



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA  
MESTRADO PROFISSIONAL

CARLOS EDUARDO MEIRA DE MENEZES

**UM MÉTODO ERGONÔMICO PARA DIAGNÓSTICO E CONTROLE DE  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS INFORMATIZADOS – O MIDAS (MÉTODO  
INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE  
SISTEMAS)  
ESTUDO DE CASO: Sistema SCADA para Supervisão de Oleodutos**

Recife  
2021

CARLOS EDUARDO MEIRA DE MENEZES

**UM MÉTODO ERGONÔMICO PARA DIAGNÓSTICO E CONTROLE DE  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS INFORMATIZADOS – O MIDAS (MÉTODO  
INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE  
SISTEMAS)**

**ESTUDO DE CASO: Sistema SCADA para Supervisão de Oleodutos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ergonomia. Linha de Pesquisa: Ergonomia e Usabilidade de Produto e Produção.

**Área de concentração:** Ergonomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Edgard Thomas Martins

Recife

2021

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Lílian Lima de Siqueira Melo – CRB-4/1425

M543m Menezes, Carlos Eduardo Meira de  
Um método ergonômico para diagnóstico e controle de implantação de sistemas informatizados – o MIDAS (Método integrado para implantação e avaliação ergonômica de sistemas). Estudo de caso: Sistema SCADA para Supervisão de Oleodutos/ Carlos Eduardo Meira de Menezes– Recife, 2021. 359p.

Orientador: Edgard Thomas Martins.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, 2021.

Inclui referências e apêndices.

1. Ergonomia. 2. Desenvolvimento de Sistemas. 3. Avaliação ergonômica  
4. Ergonomia organizacional. I. Martins, Edgard Thomas (Orientador). II. Título.

620.8 CDD (22. ed.) UFPE (CAC 2021-201)

CARLOS EDUARDO MEIRA DE MENEZES

**UM MÉTODO ERGONÔMICO PARA DIAGNÓSTICO E CONTROLE DE  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS INFORMATIZADOS – O MIDAS (MÉTODO  
INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE  
SISTEMAS)**

**ESTUDO DE CASO: Sistema SCADA para Supervisão de Oleodutos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ergonomia.

Aprovada em: 17/08/2021

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edgard Thomas Martins (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. José Guilherme Santa Rosa (Examinador interno)  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

---

Profa. Dra. Teresa Maria de Medeiros Maciel (Examinadora externa)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

A Deus por não me deixar desistir nessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre presente e me conduzir em minhas ações.

Aos meus pais e irmão, pela educação, orientação e valores inspirados.

Aos meus filhos, Luíza e Pedro, pelo apoio e motivação em tudo que faço.

A Nestor Moreira Reis Neto, amigo e colega, por me incentivar desde o início desse desafio.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, por me permitir essa oportunidade.

Ao Professor Doutor Walter Franklin M. Correia, pela orientação inicial e todo incentivo, atenção e palavras motivadoras.

Aos meus colegas de trabalho da Superintendência de Tecnologia da Informação, STI – UFPE, pelo apoio dado e incentivo.

Ao Professor Doutor Marco Aurélio Benedetti Rodrigues, Superintendente da STI – UFPE, pelo seu apoio, incentivo e disponibilidade em ajudar.

Aos meus colegas de turma pelo companheirismo, bons momentos em conjunto e novas amizades.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, com quem tive o prazer de cursar disciplinas, somar conhecimentos para esse projeto e para minha vida, além de fazer novos amigos.

À Banca de Qualificação, Professor Doutor Walter Franklin M. Correia, Professora Doutora Vilma Maria Villarouco Santos e Professor Doutor João Marcelo Xavier Natário Teixeira, pelas valiosas contribuições.

Uma homenagem e agradecimentos especiais à Professora Doutora Vilma Maria Villarouco Santos (em memória), colega de trabalho na UFPE e professora, pelo seu profissionalismo e pelo apoio durante esse período.

Aos membros convidados da Banca Examinadora, Professora Doutora Teresa Maciel, colega de trabalho e amiga, e ao Professor Doutor José Guilherme Santa Rosa, que tive o prazer de conhecer durante o curso de sua disciplina, por aceitarem o convite e colaborarem com esse projeto.

Ao meu orientador, Professor Doutor Edgard Thomas Martins, por além de acreditar em meu projeto, dar-lhe uma nova dimensão, e pelo incentivo e paciência nos momentos difíceis, e acima de tudo pela amizade, parceria e aprendizado, que tornaram esse trabalho possível.

Novamente, à minha mãe Helena, pelo seu incansável incentivo e apoio, em tudo que fiz nessa vida.

Por fim, agradeço mais uma vez ao meu filho Pedro, pelo seu inestimável companheirismo, incentivo e participação nessa luta, na qual esteve presente em todos os momentos.

“Software é um lugar onde sonhos são plantados e pesadelos são colhidos, um pântano abstrato e místico onde demônios terríveis competem com mágicas panaceias, um mundo de lobisomens e balas de prata”. (COX apud PRESSMAN, 2016, p. 4)

## RESUMO

Os sistemas de informação estão cada vez mais presentes no dia a dia das organizações, tornando-se uma rotina obrigatória a sua utilização pelos colaboradores, e com o crescente aumento do número de processos envolvidos, os sistemas se tornam mais complexos, trazendo, conseqüentemente, maior dificuldade para os usuários. Dessa forma, faz-se necessário que o sistema seja concebido de forma a proporcionar um trabalho agradável e de fácil compreensão para quem o utiliza, mas também que traga resultados, com eficiência, para a organização. O presente trabalho apresenta um método, O MIDAS (Método Integrado para Implantação e Avaliação Ergonômica de Sistemas), que objetiva orientar como desenvolver, manter e diagnosticar sistemas para obter boas práticas, no processo do desenvolvimento de um sistema informatizado, aplicando a tônica da ergonomia. Partindo dos pressupostos ergonômicos básicos, na relação homem-sistema, procurou-se soluções a partir do emprego de práticas sob a ótica da ergonomia, buscando, nos princípios de suas diversas disciplinas, fundamentos que pudessem apoiar o processo de desenvolvimento na área de tecnologia da informação, onde inclui desenvolvimento de sistemas e programação de computador. Portanto, buscou-se nesta pesquisa identificar e compreender os diversos fenômenos envolvidos para estabelecer mecanismos que tornem mais confortável o processo de desenvolvimento. A pesquisa foi realizada a partir de um guia de procedimentos, criado com base em revisão de literatura, que fundamentou a etapa seguinte, na qual foram identificados os diversos aspectos sobre os quais a ergonomia pode atuar, através dos conceitos e práticas observados em suas áreas de aplicação. Foram, então, correlacionados os aspectos de sistemas com as respectivas ações da ergonomia, elaborando-se um catálogo de recomendações a ser utilizado como guia para orientar o desenvolvimento de um novo sistema, assim como elencar medidas ergonômicas para permitir ajustes ou reformas em sistemas existentes. Os procedimentos definidos foram aplicados em um estudo de caso, em um sistema desenvolvido pelo autor, obtendo-se ótimos resultados, avaliando-se os aspectos que não foram considerados e indicando as ações e recomendações para correção. A pesquisa apresentou, como resultado, um catálogo de procedimentos operacionais com as respectivas recomendações ergonômicas que podem ter aplicações práticas,

e uma lista de diretrizes a serem observadas, relevantes para quem atua na área de desenvolvimento de sistemas.

**Palavras-chave:** desenvolvimento de sistemas; ergonomia organizacional; ergonomia cognitiva; avaliação ergonômica.

## ABSTRACT

Information systems are increasingly present in the daily lives of organizations, making their use by employees a mandatory routine. With the increasing number of processes involved, systems become more complex, bringing, consequently, greater difficulty for users. Thus, it is necessary that the system is designed in such a way as to provide a pleasant and easy-to-understand job for those who use it, but also that it brings results, efficiently, for the organization. This work presents a method, MIDAS (Integrated Method for Ergonomic System Implementation and Evaluation), which aims to guide how to develop, maintain and diagnose systems to obtain good practices in the process of developing a computerized system, applying the ergonomics tonic. Based on the basic assumptions of ergonomics, in the man-system relationship, solutions were sought based on the use of practices from the perspective of ergonomics, seeking, in the principles of its various disciplines, foundations that could support the software process. Therefore, this research sought to identify and understand the various phenomena involved to establish mechanisms that optimize the development process. The research was carried out from a procedure guide, created based on a literature review, which based the next step, in which the various aspects on which ergonomics can act were identified, through the concepts and practices observed in their areas of application. Then, the system aspects were correlated with the respective ergonomic actions, preparing a catalog of recommendations to be used as a guidebook to guide the development of a new system, as well as to diagnose systems in operation. The defined procedures were applied in a case study, in a system developed by the author, obtaining excellent results, evaluating the aspects that were not considered and indicating the actions and recommendations for correction. The research presented, as a result, a catalog of operational procedures with the respective ergonomic recommendations that may have practical applications, and a list of guidelines to be observed, relevant to those who work in the area of systems development.

**Keywords:** systems development; organizational ergonomics; cognitive ergonomics; ergonomic assessment.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ALM	Application Lifecycle Management
CobiT	Control Objectives for Information and Related Technologies
CoErgo	Comitê de Ergonomia
CRM	Dados de Relacionamento com o Cliente
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ERP	Sistemas de Gestão Organizacional
IE	Infraestrutura
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IHC	Interação Humano Computador
IHM	Interface Homem Máquina
ISO	International Standards Organization
MTBF	Mean Time Between Failures
NBR	Norma Brasileira de Regulação
NR-17	Norma Regulamentadora 17
OMG	Object Management Group
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
QVT	Qualidade de Vida no Trabalho
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SEVOCAB	Systems and Software Engineering Vocabulary
SGBD	Sistema de Banco de Dados Distribuído
SGBD	Sistema de banco de dados distribuído
SI	Sistemas de Informação
SIG	Sistema de Informações Gerenciais
STI-UFPE	Superintendência de Tecnologia da Informação da UFPE
SWEBOK	Software Engineering. Body of Knowledge
TAF	Testes de Aceitação de Fábrica
TAREFA	Task Based Requirements Engineering Framework
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

UML Unified Modeling Language

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO .....	19
1.2	JUSTIFICATIVA .....	20
1.3	OBJETIVOS .....	21
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	21
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	22
1.4	MÉTODO.....	23
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	24
2.1	ERGONOMIA: CONCEITOS .....	24
<b>2.1.1</b>	<b>A ergonomia e o processo de software</b> .....	27
<b>2.1.2</b>	<b>Cultura Organizacional</b> .....	29
2.1.2.1	A influência da cultura organizacional .....	29
2.1.2.2	Avaliação da Cultura Organizacional.....	30
<b>2.1.3</b>	<b>Ergonomia Organizacional</b> .....	31
<b>2.1.4</b>	<b>Ergonomia Física</b> .....	34
<b>2.1.5</b>	<b>Ergonomia Cognitiva</b> .....	36
<b>2.1.6</b>	<b>Ergonomia de software</b> .....	39
<b>2.1.7</b>	<b>Usabilidade</b> .....	41
<b>2.1.8</b>	<b>Comunicação interpessoal</b> .....	43
2.1.8.1	A cultura da comunicação .....	43
2.1.8.2	Estratégias de comunicação eficiente .....	44
2.2	DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS.....	47
<b>2.2.1</b>	<b>Engenharia de Software</b> .....	49
<b>2.2.2</b>	<b>Os princípios da engenharia de software</b> .....	52
<b>2.2.3</b>	<b>O ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas</b> .....	53
<b>2.2.4</b>	<b>Modelos do ciclo de vida de softwares</b> .....	54
<b>2.2.5</b>	<b>Gerenciamento das atividades</b> .....	56
<b>2.2.6</b>	<b>Qualidade de software</b> .....	57
<b>2.2.7</b>	<b>Teste de software</b> .....	60
<b>2.2.8</b>	<b>Etapas no desenvolvimento de um sistema</b> .....	61
<b>2.2.9</b>	<b>Componente Humana</b> .....	63
2.3	DISCUSSÃO E ELABORAÇÃO DE MÉTODOS .....	64

2.3.1	<b>Elaboração de um método para orientar o desenvolvimento e a avaliação de sistemas automatizados</b>	67
2.4	APLICAÇÃO A UM ESTUDO DE CASO	67
<b>3</b>	<b>A PESQUISA</b>	69
3.1	CONCEITOS	85
<b>3.1.1</b>	<b>Conceitos sobre gestão de projetos</b>	86
3.1.1.1	A importância da gerência de projetos	86
3.1.1.2	Planejamento estratégico	90
3.1.1.3	Ciclo de Vida de um projeto	93
<b>3.1.2</b>	<b>Conceitos sobre desenvolvimento de sistemas</b>	95
3.2	NECESSIDADES	97
<b>3.2.1</b>	<b>O processo de implementação</b>	98
3.2.1.1	Processos de Execução	100
3.2.1.2	Ciclo de vida da aplicação	103
3.2.1.3	Recursos para o projeto	104
3.2.1.4	O cronograma	106
<b>3.2.2</b>	<b>Gerência de projetos</b>	107
3.2.2.1	Pessoas com habilidades em gestão de projetos	109
3.2.2.2	Participantes do projeto: habilidades soft e hard	113
3.2.2.3	Contratação de outsourcing	113
3.3	CENÁRIO	115
<b>3.3.1</b>	<b>Modelagem do negócio</b>	115
<b>3.3.2</b>	<b>Definição do Escopo</b>	117
<b>3.3.3</b>	<b>Definição dos requisitos do sistema</b>	119
3.3.3.1	A Importância do levantamento de requisitos	120
3.3.3.2	Obtenção de requisitos precisos	123
3.3.3.3	Definir a equipe que vai gerenciar o levantamento de requisitos	124
<b>3.3.4</b>	<b>Validação de requisitos</b>	127
<b>3.3.5</b>	<b>Análise de viabilidade</b>	129
<b>3.3.6</b>	<b>Análise de riscos</b>	133
3.4	MEIO E CULTURA	139
<b>3.4.1</b>	<b>Modelagem de sistemas</b>	139

3.4.1.1	O processo de modelagem de sistemas .....	139
3.4.1.1.1	<i>Objetivos da modelagem</i> .....	142
3.4.1.1.2	<i>Princípios de modelagem</i> .....	143
3.4.1.1.3	<i>A necessidade da Abstração</i> .....	145
3.4.1.2	Definição de modelos .....	147
3.4.1.2.1	<i>Modelos de contexto</i> .....	148
3.4.1.2.2	<i>Modelos de interação</i> .....	148
3.4.1.3	Definição de arquitetura .....	149
3.4.1.3.1	<i>A importância da definição da arquitetura</i> .....	150
<b>3.4.2</b>	<b>Definição de interfaces com usuário</b> .....	<b>154</b>
3.4.2.1	Definição de Interface Homem Computador – IHC .....	154
3.4.2.1.1	<i>Definição dos recursos da IHC</i> .....	155
3.4.2.1.2	<i>A importância da IHC no contexto da dos resultados da atividade homem-computador</i> .....	156
3.4.2.2	Considerações para uma boa usabilidade .....	158
3.4.2.2.1	<i>A participação do usuário</i> .....	162
3.4.2.2.2	<i>Avaliação e testes de usabilidade</i> .....	166
<b>3.4.3</b>	<b>Testes de software</b> .....	<b>170</b>
3.4.3.1	Definição de testes por etapas .....	170
3.4.3.1.1	<i>Teste de Funcionalidade</i> .....	175
3.4.3.1.2	<i>Teste de Interface com Usuário</i> .....	175
3.4.3.1.3	<i>Prototipação</i> .....	175
3.4.3.1.4	<i>Testes de Usabilidade</i> .....	176
3.4.3.2	Testes e ação ergonômica .....	177
<b>3.4.4</b>	<b>Infraestrutura de TI</b> .....	<b>178</b>
3.4.4.1	Componentes da Infraestrutura de TI.....	179
3.4.4.2	A importância de uma infraestrutura adequada.....	180
3.4.4.2.1	<i>Governança de TI</i> .....	181
3.4.4.2.2	<i>Ambiente físico</i> .....	182
3.4.4.2.3	<i>Ambientes de Tecnologia da Informação</i> .....	184
3.4.4.2.4	<i>O CobiT e as boas práticas</i> .....	186
3.5	APLICANDO OS CONCEITOS DA ERGONOMIA .....	189
<b>3.5.1</b>	<b>Promover a implantação das ações ergonômicas</b> .....	<b>190</b>
<b>3.5.2</b>	<b>O comitê ergonômico</b> .....	<b>191</b>

3.5.3	Obter aval do comitê de projeto.....	196
3.6	DADOS OBTIDOS COM A PESQUISA.....	198
4	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	203
4.1	SISTEMA DE SUPERVISÃO DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEIS .....	204
4.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO DESENVOLVIDO.....	205
4.3	IDENTIFICANDO OS PROBLEMAS .....	215
4.4	DISCUSSÕES E RESULTADOS .....	219
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	228
6	<b>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	233
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	234
	<b>APÊNDICE A – CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b> .....	260
	<b>APÊNDICE B – DIRETRIZES RECOMENDADAS NO DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM BASE EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO</b> .....	267
	<b>APÊNDICE C – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO</b> .....	285
	<b>APÊNDICE D – O GUIA PMBOK</b> .....	288
	<b>APÊNDICE E – DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS</b> .....	291
	<b>APÊNDICE F - MODELAGEM DE SISTEMAS</b> .....	298
	<b>APÊNDICE G – ESCOPO E ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO</b> .....	301
	<b>APÊNDICE H – LEVANTAMENTO E GERENCIAMENTO DE REQUISITOS</b> .....	304
	<b>APÊNDICE I – VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS</b> .....	313
	<b>APÊNDICE J – FERRAMENTA DE MODELAGEM UML</b> .....	318
	<b>APÊNDICE K – INTERFACES COM O USUÁRIO</b> .....	321
	<b>APÊNDICE L – A NORMA ISO/IEC</b> .....	334
	<b>APÊNDICE M – TESTES DE SOFTWARE</b> .....	336
	<b>APÊNDICE N – INFRAESTRUTURA DE TI</b> .....	352

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia e o volume de dados necessários à operação e funcionamento de uma organização, tornam os sistemas de informação cada dia mais impactantes na vida dos indivíduos e nas atividades corporativas. Podemos citar como exemplos, sistemas de informação que apoiam a gestões e tomadas de decisão. A tecnologia da informação é crítica para o desenvolvimento de praticamente qualquer organização, fortalecendo o plano de atuação, a geração de informações rápidas, precisas a manipulação e acesso a rápido e preciso à massa de dados, garantindo uma operação e gestão mais eficiente.

Hoje, as organizações já incluem os sistemas informatizados em seu planejamento estratégico, como forma de atingir suas metas e cumprir com seus objetivos e missão, sendo, porém, afetadas pelo impacto que causa desde seu planejamento até a sua implementação. Por outro lado, estes sistemas se tornam cada vez mais complexos e com alta tecnicidade, e requerendo assim mais conhecimento e habilidades para sua utilização. Os usuários, ao mesmo tempo, se sentem pressionados, dada a necessidade de responder a tais demandas, e se deparam com a realização de tarefas plenamente dependentes da sua eficaz utilização. Em outras palavras, cabe ao usuário manter com estes procedimentos, uma interação satisfatória em seu aprendizado e na utilização do produto, e a comunicação entre ambos deve conter forte tônica da ergonomia cognitiva. Já para o desenvolvedor, o desafio está em construir sistemas amigáveis, de fácil utilização e compreensão, que possibilite um trabalho agradável por parte do seu utilizador, neste caso com predominância da ergonomia física e organizacional. A atividade de desenvolvimento de sistemas, porém, é bastante complexa, envolvendo definição das necessidades da organização, e implementação de uma solução que atenda não somente aos requisitos funcionais, mas, ao mesmo tempo, seja capaz de fornecer ao usuário final, um aprendizado completo e uma ferramenta agradável em sua utilização.

Existem uma série de tecnologias e processos associados ao desenvolvimento de sistemas, como a gestão de informática, o suporte de *software*, os processos de produção e testes, e o suporte de hardware, que em uma estrutura de desenvolvimento pressupõe a existência de infraestrutura informacional para apoio e gestão.

Questões relativas ao desenvolvimento, como a relação entre os usuários finais e os desenvolvedores ao se definir os requisitos, também serão aqui observadas pela ergonomia, como ciência que estuda e aplica métodos com ênfase no apoio aos usuários, e que tem como objetivo, tornar a relação entre o colaborador e o processo mais amigável, possuindo em suas disciplinas métodos e preceitos que podem colaborar para um sistema com boa usabilidade. Nielsen (1993), considera a usabilidade de um sistema, associada à sua aceitação, ou à sua capacidade de satisfazer as necessidades e exigências do usuário. Para que haja a usabilidade, são necessários três fatores: o usuário, a interação homem-máquina, e a interface propriamente dita. Abordaremos nesta pesquisa como os critérios da usabilidade na ergonomia no uso de aplicativos, podem ser empregados para o desenvolvimento de boas interfaces. Veremos os aspectos cognitivos que influenciam desde a compressão de um sistema pelo usuário, até a percepção do desenvolvedor ao realizar abstrações para criar um modelo representativamente eficiente. Finalmente, temos ainda os aspectos sociotécnicos a serem considerados, pois existe uma complexa interação hardware-indivíduo-sistema a ser estudada e compreendida à luz da ergonomia.

Diante deste cenário, essa pesquisa aponta para sua relevância ao identificar, nas diversas áreas da ergonomia, como suas premissas podem ser aplicadas na especificação de diretrizes para a construção de uma boa interface, e também atuar no processo de desenvolvimento como um todo, identificando, nas suas diversas etapas, processos e particularidades que possam ser melhorados através do olhar da ergonomia.

Podemos citar nesse contexto, uma boa relação entre desenvolvedor e usuário, bom entendimento das necessidades, boa definição dos limites e da atuação do sistema, o perfeito entendimento do problema, e na transformação em procedimentos informatizados, sempre com atenção aos preceitos ergonômicos. A ergonomia cognitiva atua aqui no processo comunicacional e na interatividade, abrangendo a compreensão das necessidades do usuário.

Sendo assim, o desenvolvimento de um método que possa orientar o desenvolvimento de sistemas, elencando os aspectos relevantes na área e ações ergonômicas correspondentes, e uma vez demonstrada sua validade, será de grande valia para os desenvolvedores.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O crescente aumento na complexidade dos sistemas informatizados, e a necessidade de atender aos anseios dos usuários e ao mesmo tempo às necessidades das organizações, torna seu desenvolvimento uma atividade cada vez mais difícil.

Ocorrem muitas dificuldades no processo de desenvolvimento de sistemas focando especificamente tecnologia da informação onde é necessário intensa interação técnico-desenvolvedor-usuário. Porém, entre os desenvolvedores é comum o conhecimento das barreiras inerentes ao processo de definição, especificação, implementação até sua implantação. Já no início da pesquisa, identificamos os seguintes problemas:

- a) Cultura da organização, cuja definição de visão e valores poderá impactar negativamente nos processos de definição, implementação, testes e implantação;
- b) Relação entre o usuário e o desenvolvedor, essencial esse entrosamento, para uma definição clara dos requisitos necessários ao sistema;
- c) Definição das funcionalidades e especificações, sem a qual o sistema estará sujeito a modificações, muitas vezes complicadas, além da insatisfação do usuário final e prejuízos para a organização;
- d) Dificuldades de comunicação e introspecção entre as equipes de desenvolvedores de TI;
- e) Necessidade de gestão adequada do processo de desenvolvimento;
- f) Dificuldade na escolha de líderes com as devidas competências técnicas e habilidades de lidar com as pessoas;
- g) Exigência da participação do usuário nas etapas de testes durante o processo de desenvolvimento, garantindo a aceitação do produto que está sendo desenvolvido;
- h) Aplicação de critérios de usabilidade, considerando sua observação desde a fase da definição dos requisitos.

Podemos constatar assim que são questões não relacionadas diretamente com aspectos técnicos da tecnologia da informação. Por outro lado, temos que considerar fortemente que no processo de desenvolvimento de software dinâmico, contínuo e complexo, o ser humano está no centro.

Surge assim a questão, de determinar uma forma de como atuar nestes fatores, para que haja uma condição favorável para a definição e implementação de um sistema informatizado que seja agradável para o usuário, que atenda à organização e tenha um processo de desenvolvimento ágil e eficiente. Precisamos então,

estabelecer uma forma de utilizar as diretrizes da ergonomia para estabelecer procedimentos e ações que contribuam para melhorar o processo de desenvolvimento. Temos então, a seguinte pergunta:

**Em que medida a elaboração de um guia para avaliar e orientar sistemas informatizados é determinante?**

A seguir, na justificativa abordamos mais alguns aspectos a considerar na proposta para esse projeto de pesquisa.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A necessidade do uso cada vez mais frequente de sistemas de informação complexos nas atividades rotineiras das organizações impõe aos usuários a sua constante utilização. Em muitos casos, os sistemas apresentam dificuldades quanto à compreensão de como executar as tarefas, o que leva a um desgaste e conseqüente desmotivação para os usuários.

Por outro lado, a dificuldade de desenvolver um sistema que seja amigável e atenda às funcionalidades impostas pela organização requer investimentos em um processo, que muitas vezes será conduzido pela “tentativa e erro”.

**A ergonomia pode contribuir fortemente com esse aspecto, adaptando o sistema informatizado à inteligência humana, e o uso de seus pressupostos no processo de desenvolvimento será investigado e qualificado nessa pesquisa.**

A norma da ISO 9241-11 definiu oficialmente o conceito de usabilidade como “a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico”. A norma centra-se em três eixos dominantes: eficácia, eficiência e, por último, satisfação. Procura quantificar o esforço do utilizador.

Alguns sistemas para automação industrial baseados na plataforma SCADA<sup>1</sup> (Supervisory Control and Data Acquisition Systems), desenvolvidos pelo autor, foram

---

<sup>1</sup>O SCADA é um sistema que usa um software para monitorar, supervisionar e controlar as variáveis e os dispositivos de um processo oferecendo escalabilidade para diversos tipos de aplicações, desde simples interfaces homem-máquina, até complexos centros de operação em tempo real.

o fator motivador inicial deste projeto de pesquisa, pois existiam dificuldades no processo de desenvolvimento e em determinados aspectos que chamavam a atenção, tomando como exemplo: os sistemas supostamente atendiam às organizações, mas certamente não atendiam ao usuário final da maneira apropriada. Surge aqui a questão de como identificar o que ocorreu nestes sistemas, para através de um diagnóstico, evitar que o mesmos fatores ocorram em outros casos.

Outro aspecto de relevância a ser considerado motivador pelo autor desta pesquisa, foi quando realizadas visitas em diversas fábricas, indústrias e usinas de açúcar, observou-se inúmeros casos de sistemas SCADA mal utilizados ou simplesmente fora de uso, devido às falhas durante sua definição, contratação e desenvolvimento o que evidencia a necessidade de estudos para identificar os fenômenos que provocam essas situações (MARLEI; FREITAS,1998).

Diante desse cenário, é fundamental que seja investigado o que ocorre eventualmente, no processo de desenvolvimento de um sistema, o que impacta na sua utilização e buscar uma proposta de solução a ser utilizada como um referencial para o processo. Justifica-se, assim, concentrar esforços em uma pesquisa para identificação de métodos, que possam guiar o ciclo do processo de desenvolvimento para criar produtos melhores, buscando usabilidade, e promover meios para que os usuários alcancem seus objetivos e satisfaçam suas necessidades em todos os aspectos de uso.

É complexa e difícil, sem uma ferramenta específica, a gestão e controle de implantação de sistemas computadorizados ou a elaboração de um diagnóstico de procedimentos em sistemas já implantados. Estas ações visam torna-los mais amigáveis, atendendo as funcionalidades requeridas pela organização. Quase sempre é necessário despender recursos humanos e financeiros em um processo, que muitas vezes, é conduzido pela improvisação e pela tentativa e erro. Uma ferramenta sob tônica da ergonomia, como o MIDAS (MÉTODO INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONOMICA DE SISTEMAS), vem suprir esta demanda.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo principal dessa pesquisa é apresentar um método que tem o propósito de integrar, no âmbito da ergonomia, ações e controles que possam orientar o desenvolvimento de um sistema informatizado, e de permitir diagnosticar sistemas já implantados. O MIDAS (MÉTODO INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE SISTEMAS).

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Para atingir os resultados esperados, essa pesquisa tem como objetivos específicos:

- 1) Criar, com foco na ergonomia, diretrizes específicas para cada fase de desenvolvimento e implantação de sistemas automatizados na área de tecnologia da informação. Este método deve ser utilizado também para diagnosticar falhas em sistemas já instalados apontando ações necessárias para ajustes;
- 2) Identificar as etapas de desenvolvimento de um sistema informatizado de informação desde sua definição, implementação, implantação, até sua finalização, caracterizando os detalhes e aspectos mais relevantes;
- 3) Identificar os aspectos nas diversas diretrizes da ergonomia em geral que impactam no desenvolvimento de um sistema, obtendo assim um referencial para a pesquisa;
- 4) Correlacionar os dados obtidos com a pesquisa, identificando os pontos críticos em todo o ciclo de desenvolvimento e implantação de sistemas automatizados ou que utilizem recursos tecnológicos utilizando computadores e, sob a luz da ergonomia, e apontar ações que possam melhorar todo o processo;
- 5) Estruturar um quadro com descritivos de procedimentos operacionais que devem ser as diretrizes a serem consideradas no levantamento, na definição na elaboração, na implantação e desenvolvimento e na manutenção de um sistema;
- 6) Obter uma ferramenta/método de controle de desenvolvimento e análise ergonômica de sistemas informatizados, O MIDAS (MÉTODO INTEGRADO PARA IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE SISTEMAS), apresentando a sua viabilidade de aplicação em um estudo de caso.

#### 1.4 MÉTODO

Neste trabalho realizamos pesquisa prospectiva, analítica e exploratória, para avaliar e registrar os componentes que envolvem as etapas na produção de um sistema informatizado, desde sua concepção, desenvolvimento até a implantação.

A identificação dos fenômenos que ocorrem em cada etapa, permitiu construir uma visão de como a ergonomia pode contribuir para a melhorias, através das suas diretrizes, do ponto de vista dos usuários e da organização (KINCHESCKI; ALVES, 2015).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo congrega o estado da arte das informações relativas ao objeto de pesquisa. Podemos considerar que a experiência do autor e do orientador no tema da pesquisa foram fundamentais para uma boa escolha dos tópicos integrantes deste marco teórico.

Segundo Rother (2007), os trabalhos baseados em revisão narrativa são apropriados para descrever o desenvolvimento ou “estado da arte” de um determinado assunto sob o ponto de vista teórico.

### 2.1 ERGONOMIA: CONCEITOS

A Ergonomia, segundo Vidal (2002), tem um papel fundamental ao fornecer os elementos para que os equipamentos, sistemas e ambiente sejam adequados ao elemento humano.

Esta adequação tem como objetivo reduzir ou eliminar os fatores relacionados com a fadiga e desconfortos físicos e mentais, os quais acarretam em diminuição da performance e aumento das chances de erros pelos colaboradores em seu ambiente de trabalho.

De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia,

A ergonomia é um estudo científico que trata do entendimento da relação entre os seres humanos e outros elementos e sistemas, aplicando teorias, princípios, dados e métodos a projetos com a finalidade de proporcionar um conforto, segurança e bom desempenho das suas atividades no local de trabalho (QUEIROZ; MEJIA, 2015).

Como podemos observar nesta pesquisa, a ergonomia participa fortemente nas diversas etapas do desenvolvimento de um sistema, das mais variadas formas e se utilizando de pressupostos das diversas disciplinas. Daí é válido afirmar, conforme Queiroz e Mejia (2015), que essa é a razão pela qual a ergonomia é, definitivamente, uma disciplina a ser incorporada no campo da gestão e da busca eficaz da sustentabilidade de negócios e corporações.

A aplicação da ergonomia no processo de software ocorre de forma ampla, desde os locais e métodos de trabalho, à especificação do produto e aos métodos e no controle do ambiente físico. Para uma melhor aplicabilidade da disciplina, como

visto em Daher et al. (2011), é preciso ter uma visão holística do projeto, para determinar os aspectos a serem observados e assim definir o que será realizado.

Uma intervenção ergonômica, relata Oliveira et al. (2011), através da adequação dos processos, procedimentos e sistemas propicia um aumento no perfil técnico dos funcionários, na eficácia do sistema, na produtividade da equipe como um todo e na qualidade de vida no trabalho, além de obter melhores resultados para a organização e seus colaboradores.

Na última década, a ergonomia foi ampliando seus horizontes e passou a valorizar mais a questão da qualidade, afirma Guimarães (2007). A ergonomia do sistema humano-organização prioriza o sistema organizacional em busca da qualidade de vida. Com a evolução da tecnologia da informação, continua o autor, a partir da década de 1980, estabelece-se a ergonomia de software, que lida principalmente com as questões de processamento de informação.

O campo da ergonomia é muito vasto, conforme visto em Guimarães (2007). Vamos neste capítulo apresentar alguns conceitos das disciplinas da ergonomia que identificamos que podem atuar de forma impactante na melhoria dos processos de desenvolvimento de sistemas, desde a elaboração de projetos, sua especificação, até os testes e entrega para o usuário, considerando aspectos ergonômicos do produto a ser desenvolvido e o processo de desenvolvimento em si.

Serão considerados nessa pesquisa os aspectos organizacionais, as questões sociotécnicas relativas ao desenvolvimento de sistemas, e a questão do indivíduo, pois as pessoas são o aspecto mais importante nesse processo. A usabilidade de sistemas será também abordada, com ênfase na sua consideração desde o início do processo de software.

De acordo com Ferreira (2014), a procura pelo aumento da produtividade, melhoria dos processos de gestão, e pela melhoria da qualidade de vida do trabalho - QVT, estão fazendo com que as organizações invistam em projetos e estudos utilizando as bases da ergonomia para a melhoria da qualidade e dos resultados.

Sob a ótica das organizações, ressalta ainda o autor, a QVT é um princípio de gestão organizacional que se expressa por um conjunto de normas, diretrizes e práticas no âmbito das condições, da organização e das relações entre os colaboradores, que visa à promoção do bem-estar individual e coletivo nos ambientes de trabalho.

O computador, como uma ferramenta que expande a capacidade de memorização e de processamento do homem, deveria contribuir para uma maior qualidade de vida e satisfação no trabalho (LINDEN; GUIMARÃES; FOGLIATTO, 2001). Porém, as formas como as tecnologias são introduzidas no ambiente organizacional priorizam interesses econômicos frente às preocupações do lado do colaborador, refletindo efetivamente a cultura das organizações.

Volta aqui a questão da abordagem sociotécnica, vista em Bugliani (2007), que cita que a meta macro ergonômica segue uma abordagem única, conjunta, envolvendo os quatro subsistemas principais dentro de uma organização: o sistema organizacional, o subsistema pessoal, o subsistema técnico, e o subsistema ambiental, englobando tudo aquilo que envolve externamente a organização.

Observa ainda Bugliani (2007), que a pressão por resultados leva à introdução de novas tecnologias nas organizações com o mínimo de adaptação aos seus usuários. No caso da informatização do trabalho, a adaptação implica em fatores psicossociais, cognitivos, culturais e ambientais. Cada um desses fatores contribui isoladamente e em conjunto para o sucesso ou fracasso da nova tecnologia. Frequentemente, a falta da observação dos aspectos ergonômicos resulta em constrangimentos para o colaborador.

Para tal, é necessário que, de acordo com Bastos e Cyrne (2017), as organizações invistam na cultura organizacional, em modernização das técnicas de gestão e dos métodos ergonômicos, de forma que o uso dos recursos desses diversos campos de conhecimento possibilite sistematizar o trabalho e especificar o necessário para as ações de melhoria.

A cultura organizacional influencia diretamente a condução da organização, seja no trabalho desenvolvido nos setores, na inovação em produtos, na capacidade dos profissionais que atuam nela, no clima organizacional, nas estratégias de liderança, entre outros fatores que garantem, inclusive, a sobrevivência da organização.

Essas ações, do ponto de vista da ergonomia, requerem estudos e levantamento de informações, pois como qualquer outra atividade, relacionada com aspectos de gestão, área de projetos ou com o setor produtivo, só será aceita se for capaz de comprovar que é economicamente viável, ou seja, se apresentar uma relação custo/benefício viável (FREITAS; MINETTE, 2014).

Em seu artigo, Queiroz e Mejia (2015), citam que as novas tecnologias e conceitos que surgiram nas últimas décadas disponibilizaram para as organizações uma série de sistemas e recursos na busca pelos resultados, porém, é fundamental, entre outros aspectos, que elas otimizem as condições de trabalho, minimizem as perturbações na relação homem-máquina e se preocupem com as condições de saúde, vitalidade e desenvolvimento da mão-de-obra, itens de suma importância para os colaboradores.

O enfoque ergonômico, uma vez atendido, tende a desenvolver postos de trabalho que reduzam as exigências biomecânicas e cognitivas, procurando colocar o colaborador em uma boa condição de trabalho.

O desenvolvimento de sistemas, aborda uma série de atividades, o que demanda da ergonomia uma ação multidisciplinar, com enfoques específicos, não apenas em obter usabilidade, mas com uma visão holística, envolvendo as áreas de projetos, gestão de atividades e até a cultura organizacional. Tudo isso no sentido de obter melhores condições, satisfação e evolução do colaborador no ambiente de trabalho, como também melhores resultados e boa percepção de imagem da organização.

Sendo assim, é fundamental considerar o enfoque ergonômico desde as fases iniciais de planejamento, onde as definições para os requisitos dos sistemas são concebidas de forma a atender às características das atividades e capacidades do trabalhador, visando promover o equilíbrio físico, mental e o estresse geral, resultando em ganhos para a organização e seus colaboradores.

A seguir vamos ressaltar alguns aspectos mais relevantes para o projeto, nas disciplinas específicas da ergonomia em alguns temas correlacionados.

### **2.1.1 A ergonomia e o processo de software**

O processo de software, que trata do desenvolvimento dos sistemas de software, sendo composto por várias etapas que comportam grande influência da ergonomia, abordando inúmeros aspectos: o processo em si e a gestão das etapas do processo, com a ergonomia organizacional; as especificações quanto a usabilidade, com a ergonomia de software; e questões cognitivas, que vão desde a abstração, na definição de um modelo (FERREIRA et al., 2017).

O desenvolvimento de sistemas é um processo bastante interativo, exigindo constante troca de informações, feedbacks e cooperação entre as equipes, sendo as relações humanas fundamentais nesse processo.

De acordo com Pressman (2016), o processo de software é dividido nas etapas:

- a) **Especificação** - estabelecer os requisitos e restrições do sistema;
- b) **Projeto** - produzir um modelo documentado do sistema;
- c) **Implementação** - construir o sistema;
- d) **Teste** - verificar se o sistema atende às especificações requeridas;
- e) **Implantação** - liberar o sistema para o cliente e garantir que ele se torne operacional
- f) **Manutenção** – eliminar defeitos e evoluir o sistema conforme demanda.

Cada uma dessas etapas, como vimos anteriormente, é subdividida em atividades, e todas abordam diversos aspectos que são influenciados pela cultura organizacional, por exemplo, quando falamos da necessidade de uma especificação adequada, nos cuidados ao projetar um sistema; nas questões de seguir as boas práticas e recomendações da área de engenharia de software e da importância dos testes.

Essas etapas, reforça o autor, enfatizando a questão da comunicação, estão correlacionadas com a implementação do sistema em si, sendo fundamental o entrosamento das equipes ao dar os feedbacks necessários às equipes de desenvolvimento; na relação com o usuário, utilizando o conceito da participação do usuário, além da habilidade em negociação.

Em Oliveira e Silva (2011), os autores mencionam que a ergonomia cognitiva aplicada ao desenvolvimento de software está focada em como os desenvolvedores tratam a estrutura dos programas para a eficácia da percepção-aprendizagem e como o conhecimento é aplicado no desenvolvimento de software.

Desenvolver um sistema, portanto, não se resume apenas a definir uma especificação com os requisitos funcionais e critérios de usabilidade, mas existe todo um ambiente que precisa ser apoiado. Podemos citar, por exemplo, um dos fortes apelos de um programa da qualidade quando fala do “apoio da alta gestão”: aqui ocorre de forma similar. Verificamos nessa pesquisa a necessidade de **iniciar o processo de software a partir da cultura da organização**, como forma de obter a coesão das partes envolvidas e o apoio necessário para cumprir com os critérios e requisitos estabelecidos.

## 2.1.2 Cultura Organizacional

A cultura organizacional, afirma Queimado et al. (2020), pode ser definida como o conjunto de crenças e valores pelos quais a organização é regida e que a caracteriza, influenciando nos comportamentos dos indivíduos que a compõem. A cultura organizacional atua de forma direta sobre o comportamento e a forma sob a qual a organização opera, suas estratégias e objetivos, tendo assim um papel importante nos resultados planejados, reafirmam os autores.

Como observado em Lopes (2016), a ergonomia organizacional trata das questões da cultura na organização, e em Marques (2019), verifica-se a questão do impacto da cultura na motivação dos colaboradores. Ainda, conforme em Fernandes et al. (2014), a abrangência da macroergonomia é um fator preponderante quando considerada a proposta de mudança de cultura de organização para o foco de cultura de prevenção, devido à sua presença em todas as áreas e a busca por melhorias coletivas.

### 2.1.2.1 A influência da cultura organizacional

A cultura da organização influencia a maneira como os projetos são executados. Segundo o PMBOK<sup>2</sup> (Project Management Body of Knowledge) 5ª Edição, o nível de maturidade e os sistemas utilizados na gestão de projetos também podem influenciar o projeto, principalmente quando ele envolve entidades externas, pois será influenciado por mais de uma organização. Em Ramos, Souza e Wehrle (2016), vê-se que a cultura organizacional, com seus elementos, tais como valores e pressupostos, preponderantes na conduta das organizações, se traduzem em formas culturais que orientam e influenciam diversos comportamentos, inclusive aqueles voltados para a inovação.

De acordo com Pereira, Kich (2009), a cultura produz e reforça os comportamentos dentro das organizações, impactando fortemente no desempenho

---

<sup>2</sup> A metodologia PMBOK organiza e fornece conceitos de gestão de projetos, especificamente as consideradas “boas práticas” na área.

organizacional, afetando inclusive o processo de Planejamento Estratégico, que é definido como meta de um futuro desejado.

Observamos que dentro da área de administração, conforme Gomes (2019), o interesse pelo tema da cultura organizacional pode ser justificado pelo fato de que ela tem um papel de eficiente em descrever os fenômenos organizacionais. Isso ocorre, pois, a cultura organizacional está presente em todos os setores das organizações, exercendo influência sobre diversos aspectos, desde o comportamento de seus colaboradores e gestores até a formulação de estratégias e os planos organizacionais.

Assim, pode-se dizer que, por cultura, entende-se ainda um conjunto de modos de pensar, de sentir e de agir, mais ou menos formalizados, os quais, tendo sido aprendidos e sendo partilhados por uma pluralidade de pessoas, passam a integrar essas pessoas em uma coletividade distinta de outras. É o resultado de ações cujos componentes e determinantes são compartilhados e transmitidos pelos membros de um dado grupo (PIRES; MACÊDO, 2006).

Uma observação muito interessante feita por Wilbert e Cruz (2014), que afirmam que todas as organizações possuem um propósito que originou a sua criação, sendo a cultura um elemento importante para o alcance desse propósito, se caracterizando como um conjunto de valores que as pessoas cultivam e acreditam. Esse aspecto evidencia a importância dos papéis dos colaboradores na formulação da cultura da organização.

Afirma ainda o autor que o diagnóstico cultural das organizações possibilita identificar inúmeras situações para que se descubram as limitações e metas da organização. Por isso, a cultura típica seria aquela que pudesse enquadrar-se às exigências e às limitações impostas pelo ambiente à organização.

#### 2.1.2.2 Avaliação da Cultura Organizacional

Para as organizações, a formalização da cultura organizacional é muito importante. Diversos comportamentos e formas de trabalho são influenciadas por normas informais e não escritas pelas quais os colaboradores se orientam no dia-a-dia e assim possam atingir os objetivos organizacionais. Quando da época de realização do planejamento estratégico da organização, conforme afirmam Pereira e Kich (2009), deve-se levar em conta toda essa cultura para que não causemos descontentamentos entre os colaboradores.

Um dos pressupostos da ergonomia organizacional, segundo Pinheiros (2021), é atuar na cultura organizacional, provocando mudanças, quando necessário. Os processos de mudanças devem sempre ser mediados pela cultura organizacional, ou seja, quanto mais importante a ação de mudança for para a estratégia, maior deve ser sua compatibilidade com a cultura da organização.

Para isso, torna-se necessário um estudo da cultura organizacional dentro do ambiente, de sua influência sobre o comportamento dos funcionários e colaboradores, sem esquecer da esfera dos gestores ou dirigentes. A ergonomia organizacional, cita Pinheiros (2021), pode colaborar, nesse sentido, através de trabalhos de grupo, envolvendo os stakeholders e colaboradores com interesse e conhecimento das práticas da organização.

Um processo de mudança cultural bem-sucedido deve, ainda, incluir o comprometimento dos que fazem parte da gestão organizacional, observando o reconhecimento da ameaça real no mundo exterior, e assim permitir as atualizações com novos valores e padrões comportamental, sempre promovendo a mudança de dentro para fora da organização (FELIPE, 2011).

Importante observar, nesse contexto, que para tanto, é preciso ter em mente que as organizações são constituídas por seres humanos que estão em constante desenvolvimento e que interagem entre si. Conforme Wilbert e Cruz (2014), para se ter sucesso no processo de mudança é necessário o envolvimento de funcionários em todos os níveis da organização, pois a modificação nos processos de trabalho e a variação no estilo gerencial podem influenciar no clima organizacional e futuramente promover mudanças na cultura da organização.

Em Fernandes et al. (2014), podemos observar uma colocação interessante quando o autor apresenta a “Ergonomia de Conscientização”, que se baseia em treinamentos realizados para os colaboradores com o objetivo da familiarização aos conceitos ergonômicos, e considera que esta prática é essencial tanto para a implantação quanto para a manutenção de um programa de intervenções ergonômicas. O treinamento de conscientização prepara os funcionários de uma organização para participarem ativamente do programa de ergonomia, cujo foco é mais proativo e depende da contribuição dos mesmos.

### **2.1.3 Ergonomia Organizacional**

A ergonomia organizacional tem um papel fundamental na gestão das organizações, uma vez que ela engloba o gerenciamento de áreas importantes, como recursos de pessoas, projetos de trabalho e cultura organizacional. Também conhecida como macroergonomia, enfatiza Ferreira et al. (2017), a ergonomia organizacional está relacionada com a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, políticas e processos.

Conforme observamos em Souza e Assunção (2017), essa ciência possui como sistemas sociotécnicos: subsistema tecnológico; subsistema pessoal; ambiente externo; e projeto organizacional. Esses sistemas interagem entre si, sendo susceptíveis a mudanças, e podem ser utilizados para determinar a estrutura ótima do sistema de trabalho.

De acordo com Falzon (2007), a ergonomia organizacional possui dois objetivos: o primeiro, centrado nas organizações e no seu desempenho, que pode ser envolver diferentes aspectos como eficiência, produtividade, confiabilidade e qualidade; e um segundo, centrado nas pessoas que se aplica em diferentes dimensões como segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação e motivação.

Segundo Pinheiros (2021), a ergonomia organizacional é fundamental dentro de um ambiente empresarial, uma vez que ela visa redução de problemas internos causados pela existência de um ambiente de trabalho não tão favorável. A falta de investimentos na ergonomia organizacional é um dos principais motivos de um clima e cultura organizacional inadequados, impactando na percepção dos valores e motivação dos funcionários.

Neste contexto, segundo Lopes (2016), a ergonomia organizacional permite criar ambientes mais cooperativos e motivadores. E um dos aspectos que normalmente leva a sua implementação nas empresas, observa o autor, é a insatisfação dos empregados em relação às condições de trabalho e do clima organizacional, bem como algum tipo de problema no ambiente de trabalho, como estresse dos trabalhadores causado por competições, exigências e conflitos.

A ergonomia organizacional ganha destaque, de acordo com Correia e Silveira (2009), por englobar: otimização dos sistemas sociotécnicos; estrutura organizacional, políticas e processos; satisfação no trabalho, teoria motivacional, supervisão; trabalho em equipe, trabalho à distância e ética; comunicação na organização, no trabalho colaborativo e na organização do trabalho.

Pinheiros (2021) ainda destaca a atuação da ergonomia organizacional nas áreas: cultura organizacional; adaptação a transformações na cultura organizacional; relações entre cargos e funções; projetos e métodos de trabalho; estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais; gestão de qualidade; necessidade de modernização; problemas de relacionamento e conflitos.

A ergonomia organizacional, portanto, propicia a criação de um ambiente de trabalho mais adequado, principalmente nos seus aspectos humanos, e também contribui muito para a otimização de questões gerenciais.

Correia e Silveira (2009), abordam também como a macroergonomia, ou ergonomia organizacional, está relacionada com a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo sua estrutura organizacional, políticas e processos. Tópicos relevantes incluem trabalho em turnos, programação de trabalho, satisfação no trabalho, teoria motivacional, supervisão, trabalho em equipe, trabalho à distância e ética.

Moraes e Mont'Alvão (2003) fazem referência a análise macroergonômica como responsável pelo trato dos níveis gerenciais hierárquicos, da comunicação na organização, da participação dos trabalhadores e da organização do trabalho. Em síntese, através desta análise é possível qualificar a relação entre o trabalhador e o sistema de trabalho, criando um ambiente mais cooperativo e motivador, aspectos estes que são fundamentais para a realização e execução com sucesso dos projetos de uma organização.

Um papel importante na questão da gestão das equipes está no enfoque da ergonomia organizacional no sentido de solucionar e prevenir as diferenças de opiniões na organização, sejam estas entre colaboradores e sistema de trabalho ou nas relações interpessoais. Nesse sentido, algumas ações que ela empreende são: revisão das atribuições de tarefas; otimização dos processos de seleção e treinamento; melhoria dos planos de cargos e salários; ações para propiciar relacionamentos interpessoais mais saudáveis; adequação de processos, métodos, procedimentos.

Quando a ergonomia organizacional atua de forma efetiva, ocorrem diversas transformações no ambiente organizacional como um todo e em todos os níveis, isto é, do colaborador aos dirigentes, e parceiros. Assim, a ergonomia no âmbito da organização permite desenvolvimento de habilidades, competências e condições de trabalho e tudo isso permite diversas melhorias: aumento da produtividade;

reconhecimento do público; melhora na imagem da organização; qualidade de vida no trabalho; solução de conflitos precocemente; redução dos acidentes e riscos no ambiente de trabalho; redução/eliminação de fatores de risco para doenças relacionadas ao trabalho; adesão dos funcionários, chefia e clientes à cultura.

Em suma, verifica-se a importância da ergonomia organizacional, e para isso é fundamental que a organização conte com profissionais especializados para implementar a ergonomia na sua organização (PINHEIRO, 2021).

A ergonomia organizacional, portanto, tende a fortalecer os sistemas relacionados à cultura do negócio, cumprindo um papel fundamental na compreensão e sugestão de práticas e técnicas mais indicadas para uma boa gestão, contribuindo em diversos aspectos para o bom desempenho e resultados para a organização e seus colaboradores. Em uma abordagem sociotécnica, como visto em Bugliani (2007), a macroergonomia é vista como o estágio mais recente da ergonomia e consiste na tecnologia de interface entre o ser humano, a máquina, a organização e o ambiente, trazendo assim novas visões sobre o estudo do trabalho nesta relação.

Seu propósito é avaliar, através de uma abordagem única, esses quatro subsistemas principais, que interferem nas interações sistêmicas entre os indivíduos e os dispositivos de trabalho, como forma de otimizar a produtividade. Como o ambiente e a cultura da organização impactam diretamente o sentimento de motivação das pessoas, esse investimento diminui os problemas internos causados por um ambiente de trabalho não favorável, além de aumentar a produtividade e reduzir fatores de risco para os colaboradores e permite maior garantia da disponibilidade dos serviços oferecidos (BUGLIANI, 2007).

#### **2.1.4 Ergonomia Física**

De acordo com o visto em Freitas e Minette (2014), o objetivo da ergonomia é proporcionar ao homem condições de trabalho que sejam favoráveis, com o intuito de torná-lo mais produtivo por meio de ambientes de trabalho saudáveis e seguros, que solicite dos trabalhadores menor exigência e, por consequência, concorra para um menor desgaste e um maior resultado.

A ergonomia física se preocupa com as condições gerais de trabalho, tais como a postura, a iluminação, os ruídos e a temperatura, que geralmente são conhecidas como agentes causadores de males na área de saúde física e mental. O estudo da

ergonomia procura traçar os caminhos para a correção, aumentando a eficiência humana, através de dados que permitam ações de melhoria em diversas esferas da organização.

O desempenho produtivo de uma organização depende das condições ergonômicas que ela disponibiliza procurando reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes; proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores levando ao aumento da moral, conforto e melhoria nas comunicações entre os membros da equipe e dos fluxos de processo (PIRES; MACÊDO, 2006).

A interação homem-máquina-ambiente é foco do estudo ergonômico, e a participação dos colaboradores e da organização é fundamental para aprimorar, atualizar os meios de trabalho e mostrar a todos os benefícios de uma eficiente e comprometida ergonomia.

A legislação em ergonomia no Brasil é regida pela NR de número 17 (NR-17) com objetivo de contribuir para harmonizar a saúde, segurança e satisfação do trabalhador. Assim, a compreensão da legislação é fundamental para a sua correta aplicação, uma vez que a adequação dos ambientes de trabalho promove benefícios à saúde dos trabalhadores.

O estudo do arranjo físico, na visão de Marques et al. (2010), é essencial para otimizar as condições de trabalho, e aumentar tanto o bem-estar como o rendimento das pessoas, e corresponde à distribuição física de elementos em determinado espaço, no intuito de atender satisfatoriamente às necessidades da equipe, integrando-os com o ambiente organizacional e conseqüentemente aumentando a produtividade e reduzindo custos.

Relativo ao exposto acima, poderia ser realizado um bom trabalho de identificação e diagnóstico dos espaços físicos através da ergonomia participativa. Conforme visto em Taveira (1993), desta forma, caracteriza o usuário final como uma valiosa fonte para solução de problemas e, conseqüentemente, reconhecendo sua competência, alimenta a autoestima do indivíduo, como pessoa.

Taveira (1993) cita, ainda os enormes ganhos possíveis com as abordagens de gerenciamento participativo, principalmente se essas abordagens envolvem compartilhamento de informação, conhecimento e tomada de decisão dentro das organizações incluindo os níveis mais baixos hierárquicos da organização.

Assim, a ergonomia participativa propõe um importante papel para a contribuição dos trabalhadores, a abordagem participativa, que se opõe à

exclusividade do ergonômista profissional e fortalece a prática do envolvimento dos colaboradores.

### **2.1.5 Ergonomia Cognitiva**

A ergonomia cognitiva estuda a relação das pessoas com o seu ambiente de trabalho, sendo um processo que trabalha com a memória, o raciocínio e principalmente com a atenção dos colaboradores dentro de uma organização. Também conhecida como engenharia psicológica, trata-se do aspecto mental de percepção, atenção, armazenamento e recuperação de memória, e a capacidade e os processos de formação para produção de conhecimentos em sistemas, de uma forma geral (MARQUES, 2019).

Para Moraes e Mont'Alvão (2003), a ergonomia cognitiva se caracteriza por aspectos relacionados com as questões da compreensão, lógica, informações, significação de mensagens, complexidade da tarefa, dentre outros aspectos que resultam em perturbações para a seleção de informações, para o processo de aprendizado. Esses aspectos, segundo Oliveira e Silva (2011), comprometem a autonomia na resolução de problemas e tomada de decisões, como as dificuldades de decodificação, aprendizagem e memorização, devido à interpretação e capacidade de expressão.

A ergonomia cognitiva é uma disciplina da ergonomia que tem como objetivo explicitar como ocorrem os processos cognitivos para a resolução de problemas nos seus diferentes níveis de complexidade. O seu papel é compatibilizar as soluções tecnológicas com as características e necessidades dos usuários, e contribuir com um referencial teórico e metodológico que permita analisar como o trabalho afeta a cognição humana e, ao mesmo tempo, é afetado por ela (ABRAHÃO; SILVINO; SARMET, 2005).

Os mecanismos mentais que levam ao comprometimento do desempenho humano no trabalho são uma das áreas mais complexas da ergonomia. Segundo Abrahão et al. (2005), a ergonomia cognitiva constituiu-se, enquanto área do conhecimento, com o objetivo de responder a uma demanda específica, e sua evolução ocorre em função das transformações da atividade humana.

Com base nessa premissa e nas consequências da introdução da informática nas situações cotidianas, a ergonomia tem sido requisitada a avançar na elaboração

de um corpo teórico e metodológico que contemple a análise tanto dos sistemas informatizados quanto do seu impacto para os usuários.

Processamento cognitivo humano, segundo Olläy e Kanazawa (2020), é o processo que permite a transmissão da informação ou comunicação, desde a fonte até um receptor, e para tanto é necessário haver um meio para a sua propagação:

- a) **Captação da informação:** A informação que o indivíduo recebe precisa ser associada e combinada com o conhecimento previamente armazenado no cérebro e que deve ser apreendido;
- b) **Resgate da memória:** É o processo de armazenamento da informação no cérebro, além de ser responsável pelas operações: codificação - retenção – recuperação;
- c) **Resolução de problemas:** É um processo que engloba a análise dos elementos do problema e a busca pela estratégia mais adequada;
- d) **Tomada de decisão:** Corresponde ao processo de tomada de decisão e busca de solução. Está relacionado com a ação de pensar.

Uma vez explicada a atividade mental de trabalho, cabe tratar sobre a carga mental de trabalho, haja vista ambos os assuntos terem relação direta com ergonomia cognitiva.

O conceito de carga mental de trabalho é originado de carga de trabalho, sendo essa uma denominação para caracterizar a interação entre as exigências da tarefa e a capacidade de realização humana. As cargas de trabalho, conforme Olläy e Kanazawa (2020), são definidas como exigências ou demandas psicobiológicas do processo de trabalho, provocando, a longo prazo, impacto negativo à saúde do trabalhador.

Segundo Martins (2019), cognição corresponde a um conjunto de atividades e processos pelos quais um organismo se apropria da informação e desenvolve conhecimentos, e há um limite na quantidade de informação que pode ser processada ao mesmo tempo pelo nosso cérebro.

De uma forma geral a ergonomia cognitiva caracteriza como as pessoas processam as informações absorvidas em situações em seu ambiente de trabalho. O indivíduo com problemas cognitivos pode apresentar dificuldades de percepção, absorção e retenção de informações se submetido a fatores como carga mental, estresse, pressão psicológica, os quais fazem parte da rotina das empresas (FERREIRA; MERINO; FIGUEIREDO, 2017).

Ainda, Martins (2019) reforça que a percepção é um processo por meio do qual o indivíduo organiza e interpreta suas impressões sensoriais de forma a dar sentido a seu ambiente. Perceber é conhecer, através dos sentidos, objetos e situações. A percepção é a interpretação dos estímulos captados pelos sentidos para formar retratos do mundo exterior no consciente, detectando, identificando e reconhecendo. O processo de cognição ocorre na forma:

Percepção: Detectar, identificar; Interpretar; Processar, raciocínio, memorização e aprendizado; Decisão, comparação, solução; Ação, executar, comunicar.

A ergonomia cognitiva, afirma Marques (2019), contribui positivamente para garantir que os colaboradores desenvolvam suas tarefas com bem-estar, com base em uma análise minuciosa de suas atividades, a ACT – Análise Cognitiva do Trabalho. Cabe, assim, ao ergonomista, identificar o real impacto da relação deste colaborador com os sistemas ou equipamentos que fazem parte de sua rotina de trabalho.

Neste cenário, será avaliado se há excessos, como estresse e cansaço mental, por exemplo, ou falhas na execução da atividade, e se estes impactos têm gerado transtornos, síndromes e outros desconfortos para o colaborador. Desta forma, o ergonomista pode preparar um relatório com diretrizes e recomendações para sistemas que propiciem maior conforto para o colaborador, e assim garantir a produtividade da organização. Entre os seus objetivos podemos citar: a preservação e aprimoramento da curva de atenção; o aprimoramento da memória; a melhoria no processo de psicomotricidade; a promoção de novos conhecimentos; o desenvolvimento da inteligência emocional.

Exemplos de aplicação deste conceito no ambiente organizacional: durante os processos de recrutamento e seleção, com testes e avaliações psicológicas, com o intuito de analisar memória, atenção e raciocínio lógico; programas de treinamento e desenvolvimento, onde os colaboradores de uma organização têm a oportunidade de aprimorarem conhecimentos, bem como desenvolverem novas habilidades e competências; maneiras eficientes de otimizar e organizar o tempo, através de intervalos para descanso entre as atividades, com o objetivo de fazer com que o pico de atenção seja recuperado.

No contexto de nosso projeto, a ergonomia cognitiva será considerada em dois enfoques: na gestão, como forma de otimizar a elaboração e execução de projetos da

organização; e como requisitos a serem incluídos nas especificações do projeto, no caso, sistemas, para que resultem em boa usabilidade e tenham bom desempenho.

Necessário ter em mente que desde as etapas da definição do projeto, até sua execução, com o desenvolvimento e testes de um sistema, todas as fases implicam em um relacionamento humano intenso e complexo, haja vista a quantidade de informações e diversidade dos temas e atividades envolvidas. Uma integração é fundamental entre os participantes, assim como escolha dos líderes, tendo aqui a ergonomia organizacional e cognitiva papéis fundamentais, com a gerência dos recursos humanos e a observação comportamental dos indivíduos.

### **2.1.6 Ergonomia de software**

A ergonomia de software é a disciplina da ergonomia que busca otimizar a usabilidade do software, permitindo conforto em sua utilização, organização, além de documentação do software, para facilitar e otimizar o trabalho do usuário junto ao computador. Logo, a ergonomia do software trata de aspectos relativos aos programas e interfaces/telas desenvolvidos, objetivando melhorar a capacidade de utilização dos softwares por usuários de características distintas.

A ergonomia, dentro de seus pressupostos, mostra-se habilitada a enfrentar os problemas e propor soluções lógicas para o desenvolvimento de software que sejam adequados às atividades dos usuários. Historicamente, essa disciplina tem tido um papel importante no desenvolvimento de sistemas complexos, que exige mínimos níveis de erros e uma máxima eficiência na interação com o operador (CYBIS et al., 1998).

Pessa (2015), afirma que, atualmente, face ao acelerado processo de informatização da sociedade, verifica-se a importância que a ergonomia de software passa a ter para a qualidade de vida dos usuários, quando pessoas sem um treinamento específico passam a ter necessidades de acesso aos dispositivos informatizados.

O avanço tecnológico, segundo Pressman (2016), impulsionou o aumento de uso de software, que representa procedimentos normalmente realizados de forma manual, que a partir de uma programação, produzem as funções ou funcionalidades do software.

Porém, a usabilidade ainda representa um desafio, pela complexidade e incompatibilidade com os objetivos desejados pelos usuários, e Pessa (2015) ressalta a importância de desenvolvedores preverem ações com os usuários e considerá-las no processo de definição dos requisitos, adotando métodos que assegurem a sua integração à usabilidade no desenvolvimento de interfaces.

Devido à crescente importância dos sistemas dentro dos ambientes de trabalho, e considerando os processos de interação entre colaboradores e o computador, muitos estudos vêm sendo realizados no campo da ergonomia cognitiva para o desenvolvimento de softwares voltados para uma adequada interface. Segundo Oliveira e Silva (2011), apesar da importância dos sistemas informatizados para as instituições, o que se observa é que muitos projetos não são finalizados e fracassam por não atender às expectativas dos usuários na implantação, e acabam sendo rejeitados.

Segundo Pressman (2002), “a falta de adoção de métodos, ferramentas e procedimentos no desenvolvimento de software e a difícil relação de entendimento entre o usuário com o desenvolvedor” são os possíveis fatores causadores desses problemas.

Em geral, os profissionais de TI vislumbram o espaço da ergonomia no processo de desenvolvimento de software ligado ao projeto da interface com o sistema. Assim, muitos sistemas são concebidos sem considerar a visão do usuário, seja pela expertise, seja pela sua participação. Baseado nessa observação, Oliveira e Silva (2011) fazem o seguinte questionamento: como a ergonomia pode contribuir para a criação de uma metodologia de desenvolvimento de software que torne confortável, segura e eficiente a interação entre homem - sistema informatizado - máquina?

Em seu livro, Pressman (2016), demonstra preocupação sobre a não finalização de projetos de sistemas começados e não terminados. Oliveira e Silva (2011) também apontam para o possível problema causador de tal condição: “A falta de adoção de métodos, ferramentas e procedimentos no desenvolvimento de software e a difícil relação de entendimento entre o usuário com o desenvolvedor”.

Como forma de responder ao questionamento, citam ainda Oliveira e Silva (2011), todo processo de desenvolvimento de software deve começar com o levantamento de requisitos, com a participação do usuário do sistema. Nesta fase os desenvolvedores se reúnem com os usuários para entender, conhecer e registrar o

fluxo de trabalho e detalhar os objetivos a serem atingidos com o projeto que venha a responder as necessidades dos usuários e da organização.

Em Borucki (2014), a participação do usuário é ressaltada, ao citar que o sucesso do projeto vem da consideração do “fator humano” e do envolvimento de forma criativa com os usuários em cada estágio de implementação do projeto.

Atualmente, no contexto de sistemas, as fases de intervenção da ergonomia são pouco levadas em consideração, e o trabalho de sua inserção no plano do projeto está sujeito a enfrentar barreiras como custo, restrições e as dificuldades que os projetistas têm em compreender certos métodos de ação adaptados para concepção.

Portanto, enfatiza Oliveira e Silva (2011), cabe à ergonomia de software difundir entre os desenvolvedores a cultura de que o papel da ergonomia utilizada na concepção de programas para computador não começa com término do projeto em uma possível avaliação de usabilidade, mas deve ser considerada na tarefa de concepção, até a definição das especificações iniciais do projeto, construção adaptada da IHC e validações de requisitos.

A norma ISO 9241 regulamenta orientações necessárias para a adequação dos projetos dentro da informatização da informação. Leva-se em consideração para a aplicação da ergonomia cognitiva o esforço mental necessário para que o usuário compreenda, elabore a memória de curto prazo e, logo após, a memória de longo prazo para a utilização dos comandos exigidos pelo software utilizado no exercício do trabalho.

### **2.1.7 Usabilidade**

A usabilidade é a capacidade do sistema em permitir que o usuário tenha sucesso na execução de suas tarefas, através de fácil aprendizagem, utilização eficiente e gestão de erros.

Inúmeras são as definições do termo usabilidade, segundo Maia, Barbosa e Williams (2019). Podem estar relacionadas às características ergonômicas de um determinado produto; podem identificar a relevância da minimização de esforço mental por parte do usuário; ou ainda, com enfoque no desempenho e interação do usuário ao utilizar um produto.

O padrão ISO 9421-11 define a usabilidade como “A medida em que um produto pode ser usado por usuários especificados para conseguir realizar tarefas

especificadas, com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”.

De acordo com Nielsen (1993), a usabilidade de um sistema apresenta as características de qualidade: fácil de aprender, eficiente de usar, fácil de lembrar, apresenta baixa taxa de erro com zero erro catastrófico e satisfação do usuário.

Em 1990, Jakob Nielsen e Rolf Molich propuseram algumas regras para realizar “avaliação heurística”. Alguns anos depois, Nielsen evolui o conceito para regras gerais de avaliação do design, estabelecendo as 10 heurísticas que devem ser levadas em consideração no desenvolvimento de qualquer interface, sendo consideradas importantes regras gerais para o desenvolvimento de interfaces amigáveis para o usuário (NIELSEN, 1993). A interface, ainda segundo Nielsen, deve permitir uso de forma intuitiva, e evitar que o usuário precise de um manual de instruções para interagir, reduzindo a carga cognitiva do usuário. Assim, permite-se que sua navegação seja mais eficiente e menos cansativa.

As heurísticas de Nielsen são regras gerais porque não determinam diretrizes específicas de usabilidade ou do desenvolvimento de interfaces. Na verdade, estão mais associadas às observações e conhecimentos adquiridos pelos seus autores durante seus anos de experiência.

As 10 heurísticas de Nielsen, são:

- a) Visibilidade do status do sistema;
- b) Correspondência entre o sistema e o mundo real;
- c) Liberdade e controle do usuário;
- d) Consistência e padrões;
- e) Prevenção de erros;
- f) Reconhecer ao invés de lembrar;
- g) Flexibilidade e eficiência;
- h) Estética e design minimalista;
- i) Auxiliar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros;
- j) Ajuda e documentação.

Apesar de todas as heurísticas listadas ajudarem a evitar erros e pedidos de ajuda por parte do usuário, é importante pensar em maneiras de auxiliá-lo a qualquer momento de sua interação, através de sub-telas com dicas ao aproximar com o mouse, ou outras formas práticas de apresentar a informação.

As heurísticas possuem uma grande importância para o desenvolvedor, auxiliando na elaboração de projetos de interfaces. O ideal é que o desenvolvimento de uma interface comece já com as heurísticas aplicadas, na fase de especificação, evitando assim alterações no futuro (NIELSEN, 1993).

### **2.1.8 Comunicação interpessoal**

Nas últimas décadas, muito se estudou sobre motivação, liderança, relações interpessoais e dinâmicas de grupo, frutos da influência da psicologia industrial, sociologia e economia. Mesmo com todo esse desenvolvimento, aduzem Santos e Maria (2020), existem aspectos organizacionais que são frequentemente ignorados, como certas dimensões esquecidas nas organizações, como por exemplo a palavra e a linguagem, a cognição, a cultura, e o bem-estar, os quais são inerentes ao trabalho e não devem ser ignorados a fim de dar as pessoas o seu devido tratamento como ser humano.

É preciso investir nas pessoas, ressaltam Pelissoli e Silva de Bona (2017), pois elas vão inevitavelmente definir o sucesso ou fracasso na organização, através da promoção de valores, crenças e conhecimentos. As pessoas têm expectativas e visam através de suas habilidades e competências crescer junto com a organização. Os autores enfatizam, ainda, que o reconhecimento do profissional com bom relacionamento interpessoal é fundamental para o desenvolvimento das atividades, da construção de metas e alcance dos objetivos.

#### **2.1.8.1 A cultura da comunicação**

Um tema bastante discutido na área de desenvolvimento de sistemas é a comunicação entre os participantes do processo de software. Durante a pesquisa, constatamos que a comunicação é um dos fatores mais impactantes no processo de desenvolvimento, sendo abordado em grande parte dos artigos sobre o tema desenvolvimento como um aspecto a ser relevado (SOARES, 2017).

O desenvolvimento de software, de acordo com Lana e Moraes (2009), tem sido uma prática amplamente utilizada pelas organizações visando a resolução dos

mais variados problemas. No entanto, a tecnologia de desenvolvimento de um software se apresenta como um fenômeno bastante complexo.

Neste cenário de dificuldades, relatam ainda os autores, a comunicação entre os participantes do processo de desenvolvimento de software torna-se fundamental, possibilitando trocas de informações e relatando mudanças ocorridas em requisitos ou por conta de testes durante o desenvolvimento. A qualidade da comunicação entre usuários, clientes e desenvolvedores é responsável pelo levantamento das necessidades reais do software e colabora para a realização adequada de suas tarefas, sendo necessária durante todo o ciclo do software.

Desde a fase inicial do processo, a comunicação é um fator importante a ser observado, afirma Salles (2011). Uma correta definição dos requisitos é fundamental para a adequação do produto às necessidades do cliente. Requisitos mal definidos ou mal escritos dão origem a um produto não compatível com as especificações. Assim, o entendimento das necessidades dos envolvidos é fator fundamental para o sucesso dos projetos de desenvolvimento de software (PMBOK 5ª Edição, 2013).

No processo de desenvolvimento de software, dois fatores foram preponderantes, conforme relatam Lana e Moraes (2009): os técnicos e os humanos. Os fatores técnicos são aqueles relacionados às ferramentas do software, seus recursos e sua operacionalização. Os aspectos humanos referem-se ao relacionamento interpessoal entre a equipe, negociação e conflitos, cujo entendimento é fundamental para a satisfação do usuário final.

#### 2.1.8.2 Estratégias de comunicação eficiente

Em todas as etapas, a necessidade comunicação estará presente, das mais variadas formas. O teste de software, por exemplo é uma das atividades mais custosas do processo de desenvolvimento de sistemas, segundo Dias Neto (2015), pois pode envolver uma quantidade significativa dos recursos de um projeto. Nesta etapa uma boa comunicação é de extrema necessidade, pois vai permitir o feedback das informações às equipes de desenvolvedores, para que sejam realizadas as correções necessárias.

Porém, a busca pela melhoria da comunicação nos projetos possui ainda mais desafios quando utilizada em ambientes de desenvolvimento de software, caracterizados principalmente pela colaboração e cooperação entre departamentos

de organizações e pela criação de grupos de pessoas que trabalham em um projeto em comum, porém, localizados em locais fisicamente diferentes (SANTOS, 2016).

Os seres humanos estão em constante processo de evolução, a qual ocorre por tentativas, erros e acertos, sendo possível somente através da interação social. Lana e Moraes (2009) ressaltam o impacto da comunicação no desenvolvimento de sistemas, verificando, a partir da análise comparativa dos dados em que:

- a) A comunicação entre as equipes apresentou falhas, que acarretaram retrabalhos, devido à interpretação técnica dos desenvolvedores que inviabilizou alguns módulos do sistema na prática;
- b) Os requisitos dos usuários foram atendidos parcialmente;
- c) Houve a necessidade de adequações no sistema após sua implantação, o que está relacionado às dificuldades encontradas em funções de necessidades não cumpridas, adequações relacionadas às funcionalidades do sistema e à necessidade do usuário.

As falhas no diálogo ocorridas na fase de desenvolvimento do software ocasionaram problemas visíveis no produto final afetando diretamente a satisfação dos usuários.

Neste contexto, para se obter qualidade na comunicação entre todos os participantes em um projeto, é necessário que haja uma avaliação e gerenciamento constante do fluxo de comunicação gerado por meio das equipes, de modo que sejam avaliados e definidos o conjunto de processos necessários para garantir de forma adequada a geração, a coleta, a disseminação, o armazenamento e o descarte das informações de um projeto.

Santos (2017) afirma que a boa comunicação entre os desenvolvedores é um fator de qualidade importante em todas as etapas do processo de software. Sem um processo de comunicação eficiente, a equipe não consegue definir de forma adequada os requisitos e manter atualizadas as modificações ocorridas durante o desenvolvimento, sendo assim incapaz de realizar um ciclo de implementação contínuo sem falhas.

De acordo com o Project Management Institute<sup>3</sup> (2004), para gerenciar comunicação eficaz para os processos de projetos em uma organização, é necessário empregar métodos destinados à geração, coleta, distribuição, armazenamento,

---

<sup>3</sup> O Project Management Institute é uma instituição internacional sem fins lucrativos que associa profissionais de gestão de projetos.

recuperação e destinação final das informações sobre o projeto de forma oportuna e adequada (RODRIGUES, 2014).

Neste sentido, têm-se quatro processos para o gerenciamento das comunicações nos projetos: planejamento das comunicações; distribuição das informações; relatório de desempenho; e gerenciar os stakeholders.

Nesta etapa da pesquisa, procuramos apresentar alguns aspectos da ergonomia que podem contribuir de forma decisiva no processo de software. Como pudemos constatar durante as pesquisas, alguns temas não previstos inicialmente foram aqui abordados, após a constatação de sua relevância para o contexto.

Foi o caso, por exemplo, da cultura organizacional. Diante do forte comprometimento das organizações com os recursos da tecnologia da informação, observamos como a cultura organizacional impacta direta e indiretamente em diversos níveis. Desde a elaboração do projeto, no planejamento estratégico, ao início do processo de software com a elicitação de requisitos e a execução do projeto em si, com a implementação do sistema.

Outro aspecto fortemente impactante é a consideração dos aspectos homem – sistema – hardware, ou os aspectos sociotécnicos abordados e tratados pela macroergonomia, ou ergonomia organizacional.

Um aspecto interessante pode ser observado em Bugliani (2007), que cita que a abordagem macroergonômica inicia-se tendo como característica a abordagem top-down, detectando as variáveis relevantes do sistema sociotécnico e suas implicações para o projeto e dos processos relativos. Na medida em que estas variáveis identificadas são abordadas por métodos de ergonomia participativa e tornam-se bottom-up.

Este aspecto, contribuindo com o tema da boa comunicação e trabalho participativo, será abordado inúmeras vezes no desenvolvimento da pesquisa.

A participação dos trabalhadores na reestruturação do ambiente de trabalho, somada à avaliação de especialistas é de extrema importância para a incorporação das mudanças necessárias e para a melhoria dos processos, bem como especificações de requisitos, por exemplo. Isso ocorre, conforme Bugliani (2007), devido ao fato de que as manifestações de resistência a mudanças deverão aparecer com o tempo, traduzidas em baixa produtividade e outros problemas, podendo, assim, serem evitadas.

Dessa forma, a resistência às transformações é amenizada, uma vez que os próprios trabalhadores participam da avaliação dos itens a serem reestruturados e que “a possibilidade de participar do processo decisório dá ao trabalhador um sentimento de responsabilidade que resulta em maior motivação e satisfação” (FISCHER; GUIMARÃES, 2001).

## 2.2 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

As organizações devem aprender a desenvolver e implementar sistemas de computadores para se manterem produtivas, uma vez que a cada dia os softwares ficam mais complexos e se integram com diferentes sistemas, muitas vezes fornecidos por desenvolvedores de software diversos. Associado a isso, afirma Pressman (2016), têm-se os usuários que estão cada vez mais exigentes, e as cargas no trabalho que demandam sistemas com adequada usabilidade e, portanto, boa qualidade.

O desenvolvimento de software gera um produto resultante do trabalho de uma atividade associada ao ser humano e, como consequência, os fatores humanos têm um grande impacto no processo e em seu desempenho. Isso pode ser explicado pelo impacto do papel do homem no processo de desenvolvimento, atuando em todas as áreas: ele é o cliente que demanda as necessidades, está presente nas fases do processo de desenvolvimento por ser um desenvolvedor e, finalmente, tem um significativo impacto no desempenho e sucesso do processo por ser um gerente (PIRZADEH, 2010).

Qualquer discussão sobre a prática de software deve se fundamentar na compreensão da real natureza do que é software e no complexo processo de interação que ele provoca entre pessoas. Desta forma, cita Pressman (2016), os fatores humanos no chamado processo de software podem ser estudados a partir de diferentes perspectivas, tais como aspectos cognitivos, gerenciais, técnicos e psicológicos.

Além disso, os fatores humanos têm diferentes níveis de impacto no processo, conforme a área observada, variando de organizacional e interpessoal a individual, podendo, assim, ter diferentes abordagens do ponto de vista da ergonomia, conforme a natureza da atividade, podendo ser de forma física, cognitiva e organizacional. Uma abordagem ergonômica vista em Cybis et al. (1998), com foco específico em cada tipo

de atividade, propiciará benefícios aos envolvidos no processo, impactando positivamente na qualidade dos produtos desenvolvidos.

A complexidade no desenvolvimento de um sistema implica em adotar critérios e procedimentos. Desta forma, um software que é construído corretamente, pode apoiar as organizações ágeis, impactando significativamente em como os negócios são desenvolvidos, contribuindo para se tornarem mais produtivas, aperfeiçoar a tomada de decisão e melhor atender às necessidades dos usuários (CYBIS et al., 1998).

Por outro lado, a utilização cada vez mais crescente da computação em diversas áreas da atuação humana vem estimulando o crescimento da demanda por sistemas de software cada vez mais robustos e confiáveis, isto sem falar na complexidade das aplicações que estão surgindo, e a conseqüente necessidade crescente de qualidade (CORDEIRO, 2008). Em função da complexidade e diversidade das atividades envolvidas no desenvolvimento de um sistema, este processo foi naturalmente dividido em etapas e foram criados métodos para ser aplicados.

Um processo de desenvolvimento de software ou simplesmente processo de software, de acordo com Pressman (2016), é um conjunto de atividades ordenadas, executadas por um desenvolvedor ou grupo de desenvolvedores, com a finalidade de obter um produto de software, sejam programas de computação ou até mesmo um sistema.

Importante compreender que um software não é apenas o arquivo executável ou programa, mas corresponde ao conjunto de artefatos composto de programa de computador, toda documentação associada, como arquivos de configuração, manual de instalação e utilização e o banco de dados, que podem ser desenvolvidos para um cliente específico ou para um mercado geral.

Será apresentada a seguir uma fundamentação teórica para contextualizar o tema desenvolvimento de software e evidenciar os aspectos que podem ser otimizados através de intervenção ergonômica, sendo fundamental sua identificação e compreensão. Foi dada ênfase a determinados aspectos do desenvolvimento que, como será visto mais adiante, podem ser correlacionados e otimizados através da aplicação dos conceitos da ergonomia.

Para o leigo na área de sistemas, algumas informações nesta fundamentação poderão não ser bem compreendidas, mas uma vez associadas aos aspectos da

ergonomia correspondente, tornará mais claro o motivo de sua citação. Para alguém da área, esta explanação vai tornar bastante evidente os objetivos mais adiante explanados para essa pesquisa. Por isso, fundamental neste capítulo a identificação e entendimento das adversidades e conceitos no desenvolvimento de sistemas.

O resultado desta etapa da pesquisa, onde foram elencados alguns temas relevantes, definirá o rumo da etapa seguinte, a pesquisa relativa aos aspectos da ergonomia que impactam no desenvolvimento de sistemas, uma vez conhecidos os pontos críticos no desenvolvimento de sistemas, permitindo assim focar nos pontos em questão.

Os conceitos apresentados serão demonstrados de forma a permitir fácil compreensão, e ajudar a evidenciar os aspectos no desenvolvimento de sistemas, através da engenharia de software, que são impactantes e cuja dificuldade poderiam ser minimizados diante de um olhar ergonômico.

Outro aspecto importante a observar, relacionado com os objetivos deste projeto e sua justificativa, é a quantidade de problemas e dificuldades observadas no tema, durante a pesquisa.

Por exemplo, como observamos em Clancy (2014), o CHAOS Report de 2003 apresentou as seguintes estatísticas:

- a) 34% dos projetos de software são bem-sucedidos;
- b) 15% dos projetos foram cancelados;
- c) 43% é o erro médio em relação ao orçamento do projeto daqueles que foram completados;
- d) 52% das características e funcionalidades são entregues no produto.

### **2.2.1 Engenharia de Software**

O processo de desenvolvimento de software é estudado dentro da área de engenharia de software, sendo considerado um dos principais meios para se obter software de qualidade e cumprir corretamente os requisitos especificados para desenvolvimento, sendo uma das respostas técnicas adequadas para se obter qualidade e bons resultados, através da aplicação de conceitos de engenharia (PRESSMAN, 2016).

Engenharia de software na visão de Sommerville (2011), é uma área da engenharia e da computação voltada à especificação, desenvolvimento, manutenção

e criação de software, com a aplicação de práticas de gerência de projetos, tecnologias e outras disciplinas, visando organização, produtividade e qualidade.

O termo *engenharia de software*, como é conhecido, foi utilizado pela primeira vez pelo professor Friedrich Ludwig Bauer, em 1968. Seu surgimento foi uma consequência da análise feita na época sobre as condições da indústria de software que estava entrando em um período crítico, que ficou conhecido como crise do software, que teve seu início em meados da década de 1960, quando os programas existentes, cada vez mais complexos, tornaram-se difíceis de serem mantidos, estendendo-se até o final da década de 1970 (PRESSMAN, 2016).

Atualmente, as tecnologias e práticas de desenvolvimento englobam recursos específicos na área de software como linguagens de programação, banco de dados, ferramentas, bibliotecas, padrões de projeto de software, processo de software e qualidade de software. Além disso, cita ainda Sommerville (2011), a engenharia de software deve oferecer dispositivos para que se possibilite planejar e gerenciar o processo de desenvolvimento de um software com qualidade, e que atenda às necessidades do usuário.

Os fundamentos científicos para a engenharia de software envolvem ainda o uso de modelos e processos, que permitem ao engenheiro especificar, projetar, implementar e manter sistemas de software, avaliando e garantindo suas qualidades (PRESSMAN, 2016). Como será visto mais adiante, estes modelos e processos serão objeto de propostas para uma abordagem dentro da ergonomia.

A própria definição de engenharia já traz os conceitos de criação, construção, análise, desenvolvimento e manutenção, conforme Anversa (2018), se concentrando nos aspectos práticos da produção de um sistema de software. Já a ciência da computação estuda os fundamentos teóricos dos aspectos computacionais.

Engenharia é a utilização de habilidades técnicas e conceitos teóricos para desenvolver máquinas, edificações ou quaisquer outras melhorias que facilitem a vida da sociedade.

... está presente em tudo que vemos no nosso dia a dia. E para isso, existem inúmeras modalidades que estudam, em detalhes, diversas áreas de conhecimento (ANVERSA 2018).

Um outro conceito que podemos utilizar para compreender o processo de desenvolvimento de software foi o apresentado por Wazlawick, (2013): é formado por um conjunto de etapas de processo devidamente ordenadas, relacionados a

parâmetros como artefatos, pessoas, estruturas organizacionais e restrições, tendo como objetivo desenvolver e manter os produtos de software.

Este é um conceito que considera o contexto ao qual o processo de desenvolvimento de software é aplicado destacando as suas correlações com outros fatores como restrições, pessoas, recursos, padrões, entre outros que impactam no resultado final do processo. Como veremos adiante, essas relações são o ponto chave desta pesquisa.

### **O Processo de software**

A expressão “crise do software”, que começou a ser utilizada na década de 1960, tem historicamente sido associada a um conjunto de problemas frequentemente enfrentados no processo de desenvolvimento de software (NOGUEIRA; ABE, 2010).

A crise de software foi uma decorrência da imaturidade dos profissionais de software da época, assim como dos clientes, pois vinha de um período onde o desenvolvimento do software não exigia requisitos e configurações complexas, sua utilização era, em média, limitada ao ambiente em que era desenvolvido.

Na verdade, o termo crise de software, cita Wazlawick (2013), começou a ser citado na década de 1970 quando as dificuldades relacionadas ao desenvolvimento do software começaram a ser mais graves, principalmente no aumento das demandas e da complexidade que o software passava a ter que executar, por ainda não terem sido desenvolvidas técnicas adequadas para resolver tais desafios.

Conforme visto em Pressman (2016), foi a partir da inexistência de técnicas adequadas, que os princípios da engenharia de software tomaram forma, passando assim a se considerar o software como um produto, que como tal necessita ser desenvolvido a partir de critérios de produção focados na busca de sua qualidade, custo adequado e entrega dentro dos prazos prometidos – novamente os preceitos da engenharia.

Apesar da enorme variedade de problemas que caracterizaram a crise do software, engenheiros de software e gerentes de projetos para desenvolvimento de sistemas tendem a concentrar suas preocupações nos seguintes aspectos: a enorme imprecisão das estimativas de cronogramas; altos custos de desenvolvimento; a não implementação da engenharia de requisitos.

Este último acarreta uma série de fatores, pois acarreta erros no levantamento dos requisitos do sistema, somente percebidos na implantação do sistema, gerando assim uma fase de manutenção e correção do software intermináveis, extrapolando os orçamentos previstos e alongando o prazo de término e, principalmente, levando a produtos que não atendam aos usuários, afirma ainda Majdenbaum (2004).

### **2.2.2 Os princípios da engenharia de software**

As preocupações para que o software atendesse o mínimo da necessidade dos clientes, conforme visto na publicação de Pressman (2016), começaram a levar os analistas de sistemas de simples gerentes de projetos para um nível superior de hierarquia, onde se soma as preocupações tradicionais – em geral técnicas – a outras como comunicação na equipe, o custo da produção do software e a qualidade efetiva, além de ter que se preocupar com os métodos de desenvolvimento e suas ferramentas de aplicação.

O objetivo principal do uso de tais métodos de desenvolvimento é garantir uma melhor qualidade no processo de desenvolvimento do software, que garanta um mínimo de mensuração da qualidade.

Os Princípios da Engenharia de Software citados por Pressman (2016) e referenciado em diversos artigos, segundo Hooker (1996), são:

- a) Avaliar os recursos: antes de especificar uma necessidade de um sistema, uma funcionalidade, plataformas de hardware ou processos de desenvolvimento, avaliar se agrega valor real ao sistema;
- b) Fazer simples: os projetos mais elegantes são geralmente os mais simples. Simples não significa mal feito. Significa limpo, claro, bem planejado, documentado, de fácil manutenção e menos propenso a erros;
- c) Focar no objetivo: obter uma visão clara do que está fazendo, sem ambiguidades. Manter integridade conceitual;
- d) O que um produz, outros consomem: além de precisar manter o sistema, alguém mais irá usar, e para tal, entender o seu sistema, então é fundamental documentar;
- e) Estar aberto para o futuro: especificações mudam e plataformas de hardware se tornam obsoletas. Projetar pensando em mudanças, ampliações e reutilização de códigos e soluções;

- f) Planejar com antecedência, visando a reutilização: a reutilização economiza tempo e esforço, reduzindo custos e aumentando o valor tanto dos componentes reutilizáveis quanto dos sistemas aos quais eles serão incorporados;
- g) Analisar: avaliar as necessidades e qual a melhor forma de atendê-las. Através de uma boa análise são tomadas as melhores decisões e mesmo que estas estejam erradas o aprendizado com consciência será maior.

Esse tema é abordado também por Aud (2021), que cita com mais detalhes os princípios da engenharia de software, com aspectos relevantes a serem considerados na etapa da pesquisa:

- a) Investir em qualidade em todas as etapas;
- b) Montar uma equipe efetiva;
- c) Estabelecer os meios de comunicação;
- d) Compreender o uso da abstração;
- e) Documentar as decisões;
- f) Representar graficamente, se faltar clareza;
- g) Ao comunicar, ambas as partes devem sair ganhando;
- h) Compreender o escopo do projeto;
- i) Envolver os interessados na atividade de planejamento;
- j) Reconhecer que é uma etapa iterativa;
- k) Definir como pretende se adequar as alterações;
- l) Produzir modelos mais simples e úteis possível;
- m) Os testes precisam ser planejados antes e devem estar de acordo com os requisitos do usuário.

### **2.2.3 O ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas**

O Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas (CVDS) é um processo utilizado pelo analista de sistemas para desenvolver sistemas de informação. De acordo com visto em Ankarbranth e Mårtenson (2013), ele visa produzir um software de alta qualidade que atenda as expectativas do cliente, dentro do cronograma e custos estimados, que funcione de forma adequada na infraestrutura de tecnologia da informação planejada e tenha um baixo custo de manutenção.

O conceito de CVDS se utiliza de muitos tipos de metodologias de desenvolvimento de software. Estas metodologias formam a estrutura para o planejamento e controle da criação de um sistema de informação. Segundo Pressman (2016), uma metodologia comum aos processos de desenvolvimento compreende cinco atividades básicas:

- a) **Comunicação:** definir objetivos e requisitos, a partir da colaboração entre desenvolvedores, cliente e outros envolvidos.
- b) **Planejamento:** um projeto de um sistema é uma tarefa complicada, requerendo procedimentos ou referências para orientar a equipe de desenvolvimento. Daí a elaboração de um projeto permitirá definir as tarefas a serem realizadas, os recursos necessários, bem como riscos envolvidos e o que se espera como resultado, dentro de um prazo determinado.
- c) **Modelagem:** nesta etapa é definida a arquitetura do sistema, os módulos necessários para executar as tarefas e como vão ser integrados entre si. Quanto mais detalhes nesta fase, melhor a compreensão dos resultados esperados e será mais fácil de definir como resolver cada questão.
- d) **Construção:** as especificações, procedimentos e roteiros definidos anteriormente vão ser convertidas em programas de computador, gerando os códigos necessários para a formação dos módulos do sistema, e ainda realizando testes para avaliar o funcionamento.
- e) **Entrega:** uma vez concluído, o sistema é entregue ao cliente, passando-se então a realizar testes para avaliar os recursos especificados, e fornecer os devidos feedbacks ao fornecedor para as adequações necessárias.

#### 2.2.4 Modelos do ciclo de vida de softwares

Para ter uma metodologia que seja adequada ao cliente, à empresa que realiza o desenvolvimento e ao projeto específico, foram criados modelos de ciclo de vida que definem as etapas do desenvolvimento.

Diversos autores fazem abordagens similares sobre os modelos a serem adotados no desenvolvimento de um sistema. Esses métodos apresentam vantagens e desvantagens, que serão utilizadas mais adiante na etapa de correlação com os aspectos da ergonomia.

Pressman (2016) comenta sobre o uso de alguns métodos de acompanhamento ao desenvolvimento de software, podendo-se destacar:

**a) Modelo de ciclo de vida em cascata:**

**Modelagem do Sistema:** onde são estabelecidos os requisitos do sistema ao qual o software está sendo realizado, incluindo os requisitos de informação e de negócios.

**Análise de requisitos:** onde são modelados os requisitos de informação, funcionais, comportamentais, de desempenho e de interface do software.

**Projeto:** onde são planejadas as estruturas de dados, a arquitetura do sistema e o comportamento é mapeado em procedimentos.

**Codificação:** onde o projeto é transformado em uma linguagem compreendida pelo computador.

**Testes:** onde verificamos e validamos o software.

**Manutenção:** onde garantimos a usabilidade do software.

**Problemas encontrados:** projetos reais raramente seguem o fluxo que o modelo propõe; difícil para o cliente estabelecer todos os requisitos inicialmente; o cliente precisa ter paciência, tempo necessário para disponibilidade do software.

**b) Modelo em Protótipo:**

No modelo de prototipagem, o desenvolvedor interage diretamente com o usuário, observando suas solicitações e desenvolvendo, imediatamente, um protótipo do produto desejado. O usuário, então, utiliza esse protótipo e fornece ao desenvolvedor novas informações que o levam à atualizações do sistema, adaptações e implementações no software, em tempo de projeto e desenvolvimento

**Problemas encontrados:** idealização do protótipo como “resolvedor” dos problemas; conscientização do cliente, que ignora a função do protótipo; concessões do desenvolvedor na implementação a fim de conseguir pôr rapidamente o sistema em funcionamento.

**c) Modelo incremental:**

Proposta de produção de softwares a partir de diversas versões e incrementos, sendo adequado para a produção de projetos maiores em espaço de tempo limitado.

**Vantagens:** testes e integração são realizados desde o Início, de forma contínua; riscos críticos são resolvidos antes que grandes investimentos sejam realizados; permite feedback dos usuários desde cedo; pequenos objetivos, foco em

curto-prazo; progresso é medido de forma mais concreta; implementações parciais podem ser implantadas.

**d) Modelo em espiral:**

Proposta usada para acomodar modificações que sejam constantes na fase de desenvolvimento do projeto, sendo esta que melhor usa a natureza iterativa da maioria dos projetos de engenharia de software adequada para projetos maiores. Algumas características:

- Abranger as melhores características tanto do ciclo de cascata como prototipação;
- Combinar a natureza iterativa da prototipagem com os aspectos controlados e sistemáticos do modelo linear sequencial;
- Fornecer potencial para o desenvolvimento rápido de versões incrementais do SI;
- Por ser complexo, requer experiência na avaliação de riscos.

### **2.2.5 Gerenciamento das atividades**

As atividades de planejamento e gerenciamento do processo de produção do software, de acordo com visto em Sommerville (2016), estão, na prática, interligadas, e não podem ser vistas separadamente, pois é por meio dessas atividades que se iniciou, a partir da crise do software, uma preocupação maior com a qualidade do desenvolvimento do software, assim como dos profissionais dessa área.

Na engenharia de software há a consideração de que não é possível gerenciar aquilo que não pode ser medido (PRESSMAN, 2016). Isto somente é possível de ser executado com o uso de ferramentas adequadas ao acompanhamento das etapas do trabalho planejado. Fazer uso de técnicas de planejamento consiste em determinar antecipadamente o que deve ser feito e como será feito, considerando sempre as metas a serem atingidas.

Segundo Pressman (2016), diferente das demais áreas da engenharia, onde houve uma evolução nas diversas ferramentas de apoio aos projetos, as ferramentas disponíveis para a engenharia de software estavam em 1995, 20 anos atrasadas das demais.

Se as ferramentas computacionais para a engenharia de software, conforme verificado em Sommerville (2011), estão um tanto estagnadas, por outro lado, os métodos e técnicas de gerenciamento apresentaram um nível de evolução mais acentuados, a exemplo do surgimento das técnicas de desenvolvimento ágil, como o Extreme Programming (XP) que surgiu no final da década de 1990 nos Estados Unidos e foca o processo de desenvolvimento do código do software.

Esses métodos mais recentes parecem indicar algumas respostas as perguntas apontadas por Pressman (2016):

- a) Por que demora tanto tempo para que os programas sejam concluídos?
- b) Por que os custos são tão elevados?
- c) Por que não são descobertos todos os erros antes do software ser entregue ao cliente?
- d) Por que as dificuldades em medir o progresso do software enquanto está sendo desenvolvido?

As metodologias XP e Scrum podem ajudar a engenharia de software a desenvolver softwares de melhor qualidade, produzidos em menos tempo e com custo menor, pois permitem a participação do usuário, fator de extrema importância no âmbito da ergonomia.

Ainda, segundo Maia, Barbosa e Williams (2019), o “envolvimento do usuário na especificação do software aumenta a qualidade do software produzido” quando menciona a prática da engenharia de software.

Existem uma série de ferramentas como PERT/COM que foram desenvolvidas para o gerenciamento de grandes projetos e podem também ser facilmente usadas na produção de software. Não cabe aqui detalhar o estudo destas ferramentas, mas o conhecimento de sua disponibilidade e importância para o processo.

O gerenciamento das atividades relativas ao desenvolvimento de um sistema é uma tarefa complexa, em função da quantidade de atividades e pessoas envolvidas. O Guia PMBOK (Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos) contém o padrão e guia globalmente reconhecidos para a profissão de gerenciamento de projetos. Fornece diretrizes e define os conceitos relacionados com o gerenciamento e descreve todo o ciclo de vida de um projeto (PMBOK, 2017).

## **2.2.6 Qualidade de software**

O termo *qualidade* possui diferentes definições na literatura. O glossário do IEEE<sup>4</sup> define qualidade como “grau de conformidade de um sistema, componente ou processo com os respectivos requisitos”, ou, alternativamente, como “grau de conformidade de um sistema, componente ou processo com as necessidades e expectativas de clientes ou usuários”. Ambas as definições refletem aspectos importantes da qualidade. Diversos autores, segundo Cordeiro (2008), apresentam outras definições, que geralmente giram em torno dos temas de conformidade com os requisitos e atendimento das expectativas.

A norma NBR ISO 9000:2005 define qualidade como sendo o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz aos requisitos. Ou seja, pode-se afirmar que se algum produto ou serviço atende aos requisitos especificados, este mesmo produto ou serviço possui a qualidade desejada (TAIT; DELARIZZA, 1998).

Importante, vale salientar, a ênfase dada aos conceitos da qualidade neste contexto, pois, como veremos mais adiante, a qualidade e a usabilidade caminham em paralelo e, conforme Ferreira e Leite (2003), impactam significativamente no usuário dos sistemas.

Segundo Pressman (2016), na década de 90, bilhões de dólares eram gastos com ações para solucionar problemas de softwares com funcionalidades comprometidas. Isso reflete negativamente para os desenvolvedores, para a empresa e com impactos negativos para o usuário final.

Uma forte motivação para o foco em qualidade é que o custo relativo de corrigir erros aumenta drasticamente com a evolução do ciclo de vida do software. Segundo Boehm (1991), citado por Pressman (2016), importante identificar erros ou defeitos na fase de manutenção do software, pois custa 100 vezes mais do que corrigi-lo na fase de requisitos.

Podemos ainda observar alguns investimentos relacionados a qualidade de software, podendo eles ocorrerem tanto na prevenção quanto no tratamento dos problemas: custos de prevenção, de planejamento da qualidade, de revisões técnicas formais, de testes com treinamento, por falha interna, por retrabalho, por reparo, por resolução das reclamações e com suporte (PRESSMAN, 2016).

---

<sup>4</sup>IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. É uma sociedade técnico-profissional internacional com sede em Nova Jersey, dedicada ao avanço da teoria e prática da engenharia nos campos da eletricidade, eletrônica e computação.

Para Magalhães (2006), a qualidade de software não pode ser confundida com a atividade de testes. Para que um software seja considerado de qualidade é necessário que esteja em conformidade com os seus requisitos, e seja bem aceito por seus usuários. Garantir a qualidade do software resultante não é uma tarefa trivial, reafirma o autor, uma vez que produtos de software são geralmente complexos.

Belgamo e Maldonado (2005) destacam a qualidade dos produtos intermediários do processo de produção do software como essencial para que a qualidade do produto final possa ser alcançada. Os autores ainda ressaltam a importância do documento de requisitos para que ao final do processo ou de uma iteração do mesmo, o produto gerado atenda aos requisitos do usuário.

Segundo o IEEE, destaca ainda Magalhães (2006), o termo *qualidade* pode ser entendido no contexto da engenharia de software como o grau no qual um sistema, componente ou processo satisfaz os requisitos especificados e as necessidades e expectativas do usuário.

Um processo de gestão de qualidade "Assegura que produtos, serviços e implementações do ciclo de vida de processo atinja os objetivos de qualidade organizacionais e a satisfação do usuário", tendo as seguintes atividades (ISO/IEC 12207:2008):

- a) Estabelecer padrões, políticas e procedimentos de gestão de qualidade da organização;
- b) Estabelecer objetivos e metas de gestão e de qualidade da organização baseado na estratégia de negócio para a satisfação do cliente;
- c) Definir autoridade e responsabilidade para a gerência de qualidade;
- d) Monitorar a satisfação do usuário;
- e) Conduzir revisão periódica dos planos de qualidade de projeto;
- f) Monitorar a melhoria de qualidade em produtos e serviços;
- g) Definir ação corretiva de gestão de qualidade;
- h) Tomar ações corretivas adequadas quando os objetivos de gestão de qualidade não são atingidos;
- i) Implementar ações corretivas e comunicar os resultados para a organização.

As técnicas utilizadas para a gestão de qualidade podem ser estáticas, como a análise estática do software, inspeções, revisões e o uso de métodos formais, ou dinâmicas, como o uso de testes ou simulações.

Segundo a ABNT NBR ISO 9001:2015:

Especifica requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos regulamentares aplicáveis, e objetiva aumentar a satisfação do cliente.

A validação e verificação são atividades de apoio de um processo de garantia de qualidade de software. A motivação principal dessas atividades é prevenir e detectar os defeitos e minimizar os riscos do projeto. As atividades de validação e verificação são baseadas em técnicas de análise, com o intuito de detectar os defeitos ou revelar falhas na própria fase onde eles foram inseridos (CAMPOS, 2021).

Dentro do contexto de qualidade de software, validação e verificação, conhecidos como V&V, referem-se a métodos para avaliar produtos e processos.

Desta forma, temos: verificação se refere a ver se o software foi desenvolvido de acordo com as suas especificações, ou seja, que construímos o software de maneira correta; validação se refere a garantir que o software atende a seus propósitos, isto é, que construímos o software certo, ainda, se o software é adequado.

### **2.2.7 Teste de software**

O teste do software é a investigação do software a fim de fornecer informações sobre sua qualidade em relação ao contexto em que ele deve operar, se relaciona com o conceito de verificação e validação (CRESPO et al., 2004). Isso inclui o processo de utilizar o produto para encontrar seus defeitos. É o momento em que o produto é executado para que os engenheiros possam avaliar como será a interação do programa com o consumidor final.

Realizado pelo desenvolvedor de software, o teste é um processo que se torna parte de outros processos da engenharia de software, e que envolve ações que vão do levantamento de requisitos até a execução do teste propriamente dito (AMORIM et al. 2016).

Não se pode garantir que todo software funcione corretamente, sem a presença de erros, visto que muitas vezes possui um grande número de estados com fórmulas, atividades e algoritmos complexos. Segundo Sandhof e Filgueiras (2006), a dimensão do projeto a ser desenvolvido e a quantidade de pessoas envolvidas no processo aumentam ainda mais a complexidade e, portanto, a necessidade de planejamento prévio.

Falhas podem ser originadas por diversos motivos. Por exemplo, a especificação pode estar errada ou incompleta, ou pode conter requisitos impossíveis de serem implementados, devido a limitações de hardware ou software. A implementação também pode estar errada ou incompleta, como um erro de um algoritmo. Portanto, uma falha é o resultado de um ou mais defeitos em algum aspecto do sistema.

Também precisa ser levado em conta para a ocorrência de falhas, o fato de ser comum que o cliente não saiba o que ele realmente deseja, que haja problemas na comunicação e ainda que haja mudança constante de requisitos.

Assim, o teste de software pode ser visto como uma parcela do processo de qualidade de software. A qualidade da aplicação pode e, normalmente, varia significativamente de sistema para sistema (CAMPOS, 2021).

Segundo Pressman (2016), o paradigma de prototipação costuma ser a melhor escolha de abordagem quando: o cliente define uma série de objetivos gerais para o software, mas não identifica, de forma detalhada, os requisitos para funções e recursos; o desenvolvedor se encontra inseguro quanto à eficácia de um algoritmo ou quanto à adaptabilidade de um sistema operacional; há dúvida quanto à forma pela qual deve ocorrer a interação homem/máquina.

Embora a prototipação possa ser utilizada como um modelo de processo isolado, é mais comumente utilizada como uma técnica passível de ser implementada no contexto de apoio a qualquer modelo de processo (OLIVEIRA, 2017).

### **2.2.8 Etapas no desenvolvimento de um sistema**

Um processo de desenvolvimento de software ou “processo de software”, pode ser visto como um conjunto de atividades planejadas e organizadas, usadas para definir, desenvolver, testar e manter um software.

Existem diversos processos de desenvolvimento de software, no entanto há algumas atividades básicas comuns à grande parte dos processos existentes, como: levantamento de requisitos; análise de requisitos; projeto; implementação; testes; implantação (PRESSMAN, 2016).

Observando na literatura especializada, mais especificamente os autores Pressman (2016), Sommerville (2011) e Wazlawick (2013), e o SWEBOK (2014),

podemos compor com mais detalhes as etapas relativas ao desenvolvimento de sistemas.

**a) Análise e definição de requisitos:**

- Definir os objetivos do projeto;
- Levantar os requisitos necessários para o sistema;
- Definir as equipes;
- Prever qualificação dos integrantes da equipe;
- Validar os requisitos definidos com o cliente.

**b) Planejamento do projeto de desenvolvimento:**

- Definir a concepção geral da arquitetura geral do software;
- Elaborar modelo a ser adotado;
- Projetar a interface com o usuário;
- Definir de protótipos e planos de testes;
- Realizar o projeto detalhado: onde os módulos em si são definidos, e possivelmente traduzidos para pseudocódigo;
- Definir o cronograma;
- Documentar todos os procedimentos.

**c) Implementação das funcionalidades no código-fonte:**

- Implementar em linguagem de programação das funcionalidades definidas durante as fases de concepção;
- Elaborar os protótipos;
- Realizar testes preliminares;
- Documentar todos os procedimentos.

**d) Execução dos testes de segurança e rastreamento de bugs:**

- Realizar testes para avaliar o desenvolvido;
- Garantir a confecção da interface entre os diferentes elementos do software;
- Verificar a conformidade do software às especificações iniciais;
- Elaborar documentação destinada a produzir informações necessárias para a utilização e futuro desenvolvimento do software.

**e) Implantação: integração da aplicação no ambiente de trabalho do usuário:**

- Realizar de testes para verificar a presença de erros e comportamento adequado a nível das funções e módulos básicos do sistema;
- Implantar o produto final;
- Verificar a conformidade do software junto ao usuário.

**f) Treinamento:**

- Treinar os usuários.

**g) Manutenção:**

- Nesta fase, o software em geral entra em um ciclo iterativo que abrange todas as fases anteriores;
- Realizar todas as ações corretivas e evolutivas no software.

### **2.2.9 Componente Humana**

Avaliando riscos em desenvolvimento de sistemas, Leopoldino e Borenstein (2011) apresentam alguns aspectos relevantes. Um deles, a "Equipe de Desenvolvimento", é um componente importante em uma área em que os projetos dependem da interação entre várias pessoas. Mais do que bons profissionais, os projetos de software exigem um trabalho em equipe eficaz.

A liderança do projeto é importante para que os membros da equipe atinjam o máximo dos seus potenciais, e as habilidades interpessoais do gestor são vitais para criar um ambiente produtivo e ao mesmo tempo promover a motivação dos membros das equipes. O autor cita ainda que o relacionamento com o usuário também é um fator crítico para o sucesso do projeto.

Embora os fatores humanos tenham demonstrado impacto no processo de desenvolvimento de software, infelizmente eles foram negligenciados pelos pesquisadores nas áreas de engenharia de software e desenvolvimento. Assim, afirma Pirzadeh (2010), parece haver necessidade de identificar e caracterizar os fatores humanos e seus impactos no processo de desenvolvimento.

Por mais detalhados que sejam os modelos de melhoria de processos, eles são realizados por pessoas, enfatiza Wazlawick (2013). Deve-se, portanto, considerar os fatores humanos envolvidos com as atividades de mudança dentro da organização. O processo de mudança é complexo e demanda grande esforço para que se obtenha sucesso.

Apesar da existência de boas referências para melhoria de processos e equipes bem-intencionadas, a literatura reporta que cerca de 70% das iniciativas falham ou sequer se iniciam, cita ainda o autor em sua publicação.

### 2.3 DISCUSSÃO E ELABORAÇÃO DE MÉTODOS

O método científico é a principal abordagem para a construção de conhecimento. Trata-se, conforme apresentado por Lakatos (2002), de uma metodologia delineada por conjunto de atividades sistemáticas, para a obtenção de respostas e alcançar um objetivo. As questões sobre a forma de produção do conhecimento são antigas e se revelam com diferentes abordagens afirma ainda o autor.

Ainda que o método científico seja uma maneira formalizada de se produzir conhecimento, chegar a respostas lógicas e eliminar a subjetividade, não há necessariamente uma lista rigorosa de passos a se seguir para utilizá-lo. Além disso, cita Lacerda, et al. (2007), os procedimentos e técnicas adotadas em termos levantamento, análise dos dados e formação das conclusões são alvo de intensas discussões.

Na verdade, o pesquisador deve pelo menos, de acordo com Giehl e Budke (2014), tentar produzir conhecimentos que sejam úteis para outras investigações. Por causa dessa responsabilidade, a reflexão de como a ciência é feita, os que resultados ela obtém, e de que forma são alcançados, os métodos científicos são altamente pertinentes em todos os campos do conhecimento.

O método científico é aplicável a qualquer fenômeno, ou seja, a qualquer evento ou comportamento que possua atributos ou consequências demonstráveis objetivamente. Assim, Silva (2014), defende que usando observações controladas, permite identificar o que procede ou não dentro de uma pesquisa.

Embora as hipóteses sejam geralmente formuladas a partir de um subconjunto de fatos de particular interesse ou relevância, vale ressaltar que o método impõe a integração entre todo conhecimento produzido. Hipótese, afirma Moresi (2003), é uma suposição que se faz a respeito de alguma coisa. É uma espécie de explicação provisória de um fenômeno, por meio da qual se procura antecipar uma lei.

Ao emitir uma hipótese, o cientista tenta explicar os fatos já conhecidos, e o que realmente importa, afirma ainda o autor, é deduzir da hipótese formulada uma

série de conclusões lógicas e planejar experiências para verificá-las. De acordo com Silva e Menezes (2005), ao integrar o conjunto de fatos e as hipóteses de diversas áreas em uma única e coerente estrutura de conhecimento, formam-se teorias cada vez mais amplas e abrangentes, e ao fim do que se denomina por ciência.

Para Moresi (2003), o método científico, ou teoria da investigação alcança seus objetivos, de forma científica, aplicar quando cumpre ou se propõe a cumprir determinadas etapas, descritas a seguir:

- a) Observar: Todo o método científico parte da observação, ou seja, começa quando percebemos um problema. Conforme visto em Lakatos (2002), o problema identificado vai desencadear a pesquisa. Este dirá o que é relevante ou irrelevante observar, e os dados que devem ser selecionados.
- b) Pesquisar: Ao realizar uma pesquisa, é necessário base teórica para conseguir definir bem o tema e o âmbito da sua produção acadêmica, portanto, será fundamental pesquisar os nomes e ideias mais relevantes. Assim, o conhecimento científico distingue-se radicalmente do conhecimento comum em muitos aspectos, particularmente quanto ao método, destaca Silva (2014), e a sistematização coerente do conhecimento somente é conseguida mediante teorias, que constituem o núcleo da ciência, enquanto que o conhecimento comum é constituído por acumulação de peças de informação pouco relacionadas.
- c) Formular uma hipótese: A hipótese, na linguagem científica, é uma explicação possível para aquilo que se observou. Testar essas hipóteses, afirma Lakatos (2002), é o que se faz ao longo do método científico.
- d) Definir a metodologia: Há várias maneiras de se comprovar a veracidade de um fenômeno. Todas, segundo Silva e Menezes (2005), elas são metodologias de pesquisa e precisam ser explicitadas no caso de um artigo acadêmico, para orientar quem o lê de como o estudo foi conduzido.
- e) Testar a hipótese: Para que a metodologia científica seja utilizada da maneira correta é preciso seguir a estratégia de pesquisa e observar resultados, tirando conclusões a respeito da hipótese estabelecida. A verificação de cada hipótese científica, explica Silva e Menezes (2005), poderá ser procedida por uma pesquisa científica que compreenderá a observação e coleta ou reunião de dados por meios científicos.

- f) Avaliar e analisar as descobertas: Testar uma hipótese é coletar dados sobre como ela se comporta no mundo real, ou seja, acompanhar seu desenvolvimento e tirar conclusões a seu respeito. Quando os dados confirmam uma hipótese, todavia, afirma ainda Moresi (2003), chegamos a uma conclusão que pode ser atestada como consistente.

A partir da observação dos fenômenos e avaliação dos dados obtidos, será possível elaborar uma hipótese para explicar cada situação. Portanto, conforme visto em Lakatos (2002), o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

Conforme visto em Silva e Menezes (2005), o método da indução, utilizado nesta pesquisa, permite chegar a prováveis conclusões para assim elaborar uma proposta de solução para o problema e, após considerar um número suficiente de fenômenos observados em casos específicos, podendo assim ser estabelecida uma verdade geral, a ser aplicada em casos similares.

Para obtermos bons resultados, a utilização do método indutivo requer a definição alguns procedimentos por parte do pesquisador, segundo (Diniz; Silva, 2008), visando: observação sistemática dos fenômenos; criar uma base de dados e elaborar relatórios a partir dos fenômenos observados; elaborar hipóteses a partir das situações observadas; verificação das hipóteses por meios de testes e avaliações práticas; construção de generalizações, a partir dos resultados experimentados e testados.

Devemos considerar três elementos fundamentais para toda indução, isto é, a indução realiza-se em três etapas (fases):

- a) observar os fenômenos - nessa etapa observamos os fatos ou fenômenos e os analisamos, para descobrir as causas de sua manifestação;
- b) descobrir da relação entre eles - na segunda etapa procuramos por intermédio da comparação, aproximar os fatos ou fenômenos, com a finalidade de descobrir a relação existente entre eles;
- c) realizar a generalização da relação - nessa última etapa generalizamos a relação encontrada anteriormente, entre os fenômenos e fatos semelhantes.

Moresi (2003), considera que o conhecimento é fundamentado na experiência, não levando em conta princípios preestabelecidos. No raciocínio indutivo a

generalização deriva de observações de casos da realidade concreta. As constatações particulares levam à elaboração de generalizações

### **2.3.1 Elaboração de um método para orientar o desenvolvimento e a avaliação de sistemas automatizados**

O método desenvolvido nesta pesquisa, foi utilizado como ferramenta aplicada neste estudo de caso: o MIDAS (Método Integrado para Implantação e Avaliação Ergonômica de Sistemas).

O MIDAS inclui uma base de conhecimentos, que aborda desde os aspectos da cultura da organização, a elaboração de um projeto seguindo pressupostos adequados, e finalmente o projeto de um sistema de informação.

Composto de uma lista de diretrizes e procedimentos operacionais, o MIDAS estabelece um guia de referência para ser utilizado no processo de desenvolvimento de sistemas, com uma visão holística, considerando diversos aspectos não apenas do projeto do sistema em si, mas da organização e toda a estrutura necessária para seu desenvolvimento. As áreas relevantes aplicadas neste estudo foram, gestão de projetos, desenvolvimento de sistemas, gestão de pessoas, ergonomias organizacional, cognitiva e ergonomia de software.

O método MIDAS pode ainda ser utilizado para realizar diagnósticos em sistemas em operação, elicitando fatores através da observação, e construindo uma base de referência para sua atualização.

## **2.4 APLICAÇÃO A UM ESTUDO DE CASO**

Os estudos de caso são o tipo de pesquisa que de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), pode ser utilizado como abordagem qualitativa e dedica-se a estudos de processos atuais ou já ocorridos.

Marlei e Freitas (1998), citam em seu artigo, que são validados pelo rigor dos procedimentos e critérios estabelecidos no início da pesquisa e pelo aprofundamento alcançado e dos aspectos alcançados. Deve procurar interpretar os fatos sem intervir no objeto de estudo, do ponto de vista dos participantes na atividade.

O Método do Estudo de Caso enquadra-se como uma abordagem qualitativa e é frequentemente utilizado, afirma Valentini (2008), para coleta de dados na área de estudos organizacionais, apesar das críticas que ao mesmo se faz, considerando-se que não tenha objetividade e rigor suficientes para se configurar enquanto um método de investigação científica.

Bastante apropriados para a nossa pesquisa, os relatos aqui utilizados, têm como objetivo ser uma base prática de casos reais, com situações onde houve a participação do autor, como forma de aumentar o conhecimento dos fenômenos, aborda Mayer (2009), além de auxiliar no estudo de caso pretendido.

Ainda segundo visto em Valentini (2008), pode-se dizer que os estudos de caso têm as seguintes características básicas: são descrições holísticas de uma realidade; os dados são obtidos basicamente por observação pessoal; o estilo de relato é informal e narrativo; as comparações feitas são mais implícitas do que explícitas; os temas e hipóteses são associados à compreensão do caso.

No capítulo 4 apresentamos um estudo de caso, utilizando o método desenvolvido nesta pesquisa.

### 3 A PESQUISA

O escopo desta dissertação, envolveu como técnica de pesquisa, a condução de uma revisão sistemática da literatura para obtenção de maior conhecimento relativo ao tema proposto, como forma de ampliar o campo de observação sobre os elementos que ocorrem em um processo de desenvolvimento de sistemas.

Considerou-se como uma pesquisa exploratória, pois segundo Marconi e Lakatos (2003), este tipo de pesquisa objetiva obter maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito, permitindo reafirmar comportamentos e atitudes. Além disso, pode-se dizer que pesquisas assim definidas tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias e a descoberta de compreensões.

De natureza qualitativa, a pesquisa deve interpretar o fenômeno, realizar uma descrição dos problemas e particularidades observadas, e o pesquisador busca a compreensão do “como”, para propor de soluções a partir de informações detalhadas (GUERRA, 2014). Frequentemente utilizado, no método indutivo, é necessária uma visão bastante completa do sistema, para a obtenção de um diagnóstico de cunho prático e funcional para definição de diretrizes a serem aplicadas no processo (SILVA; MENEZES, 2005).

Uma parte considerável da pesquisa qualitativa surge durante o decorrer do próprio levantamento de informações, podendo as questões da pesquisa mudarem e serem adaptadas para se adequar a novas situações, como novas informações observadas, o que contribuiu para o melhor resultado da pesquisa.

Na sequência, foi realizada uma pesquisa exploratória, combinada com pesquisa descritiva (GARCES, 2010) para identificar os aspectos nas disciplinas da ergonomia que impactam direta ou indiretamente no desenvolvimento e na utilização de sistemas, para assim compor uma base de conhecimentos para a execução da pesquisa.

Finalmente, utilizando pesquisa descritiva, conforme Kinchescki e Alves (2015), para identificar possíveis relações entre variáveis, foi realizada uma correlação dos dados obtidos nas pesquisas sobre o desenvolvimento de sistema e aspectos da ergonomia, gerando uma lista de diretrizes e recomendações ergonômicas a serem adotadas ao definir o projeto de um sistema.

Neste capítulo, os aspectos considerados relevantes ao desenvolvimento de um sistema serão detalhados para compreensão de seus pormenores, observando-

se os aspectos que podem ser otimizados através de ações ergonômicas. O quadro a seguir representa o modelo adotado para a sequência de eventos na pesquisa:

Quadro 1 – Sequência da pesquisa

<b>SEQUÊNCIA DA PESQUISA</b>	
1.	Elencar as práticas em desenvolvimento de sistemas, apoiado na fundamentação teórica
2.	Criação do quadro com procedimentos operacionais em desenvolvimento de sistemas, que servirá como guia, com diretrizes para a pesquisa
3.	A pesquisa correlaciona os procedimentos do quadro com ações ergonômicas, com resumo em cada fase, criando o catálogo de ações ergonômicas
4.	Durante a pesquisa são identificados temas para estabelecer diretrizes para a condução adequada de um projeto e processo de desenvolvimento de sistemas
5.	Elaborar as listas com diretrizes e ações ergonômicas para elaboração de um projeto ou diagnósticos de sistemas em operação
6.	É realizado um estudo de caso usando os procedimentos e as ações ergonômicas identificadas
7.	Análise com resultados e as ações ergonômicas recomendadas

Fonte: o autor (2021)

Durante a fundamentação teórica foram elencados os aspectos considerados impactantes no processo de desenvolvimento de sistemas. Foram então agrupados em um diagrama, utilizado na pesquisa como referência para identificar os aspectos ergonômicos relacionados, para assim então compor uma lista de recomendações

O diagrama apresentado no quadro 2, a seguir, congrega os procedimentos operacionais e preceitos que integram os componentes de um sistema a ser desenvolvido.

O quadro foi elaborado a partir dos aspectos considerados relevantes no desenvolvimento de um sistema, a serem considerados para a pesquisa, e consolidados com a fundamentação teórica.

As colunas hierarquizam a sequência de atividades, ações, cuidados, inter-relações e alertas de cuidados de segurança e de necessidades comunicacionais inerentes às fases de desenvolvimento de um projeto de sistema até este se tornar operacional, podendo ser um sistema automatizado, um sistema de informação, um banco de dados ou simplesmente um sistema de organização e métodos.

Este diagrama em forma de tabela pressupõe que o olhar da ergonomia está profundamente impregnado em todas as ações e preceitos correlatos para tornar este sistema, quando implantado, confortável, prático, e todos os demais condicionantes ergonômicos para os usuários.

No modelo adotado, a coluna 1 (um) representa as necessidades para um sistema de informação ser desenvolvido, com conceitos necessários, ambiente de desenvolvimento, fatores humanos, entre outros. A coluna 2 (dois) relaciona o que precisa ser feito para os elementos da coluna 1 (um) acontecerem.

A coluna 3 (três) indica como fazer para que as ações aconteçam. E, finalmente, a coluna 4 (quatro) representa a execução do procedimento.

Quadro 2 - Procedimentos operacionais em desenvolvimento de sistemas

NECESSIDADES DO SISTEMA	O QUE PRECISA	COMO FAZER	A EXECUÇÃO
<b>3.1 CONCEITOS</b>	Elaboração do Projeto conceitual	Elaboração do projeto detalhado	Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado
Informações	Diagramação do minimundo	Modelagem Minimundo	Formação do comitê consultivo e deliberativo do projeto
Fator humano	Palavras chave	Hierarquia	Elaboração do relatório preliminar
Limites	Definição das metadados	Organização de Dados	Cronograma de execução e implantação
Processos	Definição dos stakeholders e entidades	Preceitos de Segurança	Definição de equipe
Segurança	Âmbito e extensões	Relacionamento e inter-relacionamento de dados e entidades	Responsabilidades
Temporizações		Definição dos macroprocessos	Âmbito e extensões
		Definição dos tipos de entradas e saídas	Preceitos e segurança e custo correlatos
		Volumes e temporizações	Definição dos benefícios preliminares
		Realizar o planejamento estratégico;	Esclarecimento de canais dos comunicação e Hierarquias
			Entender o ciclo de vida da aplicação
			Apresentar a importância da gerência de projetos
			Entender o ciclo de vida do software
			Observar princípios fundados

NECESSIDADES DO SISTEMA	O QUE PRECISA	COMO FAZER	A EXECUÇÃO
<p><b>3.2 NECESSIDADES</b></p> <p>Fator humano Técnico, operacional, apoio</p> <p>Equipamentos</p> <p>Suporte logístico</p> <p>Área física Gestão</p> <p>Fator comunicação (como prioritário)</p> <p>Suporte financeiro e mobilidade</p> <p>Definição do escopo de um sistema: resultados</p>	<p>Projeto conceitual</p> <p>Feedback e ajustes dos conceitos iniciais</p> <p>Coleta de proposições de apoio operacional informatizado (equipamentos e rede)</p>	<p>Aquisição de equipamentos e outros dispositivos.</p> <p>Aquisição de software (benchmark)</p> <p>Observar os recursos para o projeto</p> <p>Treinamento quando necessário</p> <p>Obra civil física quando necessário</p> <p>Segundo relatório para comitê</p> <p>Ajustes de cronograma, recursos e custos</p> <p>Selecionar participantes do projeto: habilidades</p> <p>Considerar a contratação de outsourcing soft e hard</p> <p>Definir a equipe que vai gerenciar o levantamento de requisitos;</p>	<p>Entender e acompanhar os processos de execução</p> <p>Disponer de pessoas com habilidades em gestão de projetos</p>
<p><b>3.3 CENÁRIO</b></p> <p>O panorama de desenvolvimento</p> <p>Dados</p> <p>Limites</p> <p>Temporizações</p> <p>Certificar as Necessidades</p> <p>Levantamento das expectativas da organização</p>	<p>Modelagem do negócio:</p> <p>Constatação das necessidades</p> <hr/> <p>Definição do Escopo</p> <p>Definição ampla de metadados</p> <p>Delinear limites</p>	<p>Projeto lógico e criação de arquivos de dados</p>	<p>Entender o processo de modelagem do negócio</p> <p>Acompanhar a execução do planejamento estratégico do projeto</p> <hr/> <p>Rever e ajustar a declaração do escopo</p> <p>Esclarecer ao comitê o gerenciamento do escopo</p> <p>Considerar a mudança no escopo Rever com o comitê de projeto</p>

NECESSIDADES DO SISTEMA	O QUE PRECISA	COMO FAZER	A EXECUÇÃO
			Implementar a elaboração da EAP
	Requisitos para o sistema  <b>REQUISITOS</b> Limites  Hierarquia de dados  Segurança de dados  Obtenção de metadados	Definição dos requisitos do sistema  Considerar a importância do levantamento de requisitos  Permitir a obtenção de requisitos precisos  Definir os requisitos funcionais  Definir os requisitos do não funcionais  Observar as heurísticas de Nielsen para compor os requisitos  Definição de considerações de qualidade a serem observadas  Definir critérios de qualidade a serem observados  Gerenciamento dos requisitos	Implantar novos equipamentos  Constatar resultados de treinamento  Conferir potência e capacidade de software  Obter os requisitos funcionais  Obter os requisitos do não funcionais  Implantar critérios de qualidade a serem observados  Considerar e implantar help desk ou call center  Efetivar ações de gestão dos requisitos especificados do ponto de vista das necessidades da organização
	Validação dos requisitos	Estudar a importância de validar os requisitos	Validar os requisitos com os stakeholders
	Análise de viabilidade	Confirmar a validade com o comitê de projeto do processo de análise	Rever e cruzar a viabilidade do projeto e confirmar continuamente os resultados previstos
	Análise de riscos	Avaliação dos riscos envolvidos no desenvolvimento	Implementar o gerenciamento de riscos e acompanhar os riscos em desenvolvimento do sistema
<b>3.4 MEIO e CULTURA</b>  Cultura técnica e operacional de recursos humanos Programadores Operadores	Definir exigências de aculturação e treinamento	Treinamento	Seminários  Contratação de aulas Simulações

NECESSIDADES DO SISTEMA	O QUE PRECISA	COMO FAZER	A EXECUÇÃO
Usuários Pessoal de apoio Envolvidos Comitê de projeto Suporte e logística Recursos humanos disponível e Necessário			Definir rotinas para avaliação da Cultura Organizacional
Ambiente físico  Ambiente técnico	Definição de recursos técnicos	Definição de Modelos	Avaliar os modelos de contexto  Avaliar os modelos de interação
		Uso da linguagem UML	Avaliar a UML como ferramenta de modelagem
		Definição de arquitetura	Considerar a importância da definição da arquitetura
	Definição de interfaces com usuário	Definição de Interface Homem Computador - IHC	Definir os recursos da IHC  Considerar a importância da IHC
		Características a considerar para uma boa usabilidade	Considerar a participação do usuário  Realizar avaliação e testes de usabilidade
Testes de software	Definição de testes por etapas	Entender as normas  Considerar os testes de Funcionalidade  Considerar os testes de Confiabilidade  Considerar os testes de Usabilidade  Considerar os testes de Eficiência  Considerar os testes de Manutenibilidade  Considerar os testes de Portabilidade  Considerar os testes de Interface com Usuário  Considerar uso de prototipação	

NECESSIDADES DO SISTEMA	O QUE PRECISA	COMO FAZER	A EXECUÇÃO
	Infraestrutura de TI Componentes físicos e lógicos	Implantar os componentes da Infraestrutura de TI	Adequar a infraestrutura de Hardware  Adequar a infraestrutura de Software  Observar a questão dos dados institucionais  Realizar a Gestão de Redes  Gerenciar o Datacenter
	Infraestrutura de TI controle	Controlar, auditar acompanhar a infraestrutura adequada	Implantar uma Governança de ti  Adequar o ambiente físico  Adequar os Ambientes de Tecnologia da Informação
	Infraestrutura de TI gestão	Estabelecer critérios de gestão de infraestrutura e TI	Avaliar e mitigar os riscos em infraestrutura de ti  Observar uso de Normas  Verificar a necessidade de adotar o CobiT, boas práticas
<b>3.5 Ergonomia Aplicada</b>  Usuários Rotinas Procedimentos operacionais Flexibilização Conforto Meio físico e acessibilidade Treinamento Manualização Acompanhamento e avaliação Comunicação Linguagem	Certificação de preceitos da ergonomia aplicados no âmbito total do sistema, rotinas operacionais e fator humano	Promover análise permanente da cultura da organização e promover ações de treinamento e de comunicação  Estabelecer cronograma de implantação de preceitos ergonômicos no mínimo nas fronteiras do âmbito do minimundo  Obter aval do comitê de projeto e promover ajustes de custos, benefícios e cronogramas	Implantar, aferir e ajustar

Fonte: o autor (2021)

Esta tabela apresenta uma lista de ações, que serão o referencial para a pesquisa, onde são identificados quais preceitos das disciplinas da ergonomia são aplicadas como forma de otimizar cada ação no desenvolvimento de sistemas.

O uso de técnicas e métodos de gestão apoiados pela ergonomia organizacional no enfoque também dado ao gerenciamento de recursos e pessoas, evidencia uma ação neste sentido, pois um projeto bem elaborado poderá contribuir positivamente.

Conforme visto no início desta etapa da pesquisa, o processo de implementação do sistema é o mais complexo dentro do ciclo de vida do projeto. É a etapa onde vai requerer mais integração das equipes, pois termos várias atividades sendo desenvolvidas simultaneamente, e correlacionadas. Então comunicação e feedback são essenciais.

O quadro 3 abaixo ressalta os pontos que consideramos relevantes nesta etapa do processo.

Quadro 3 - Aspectos relevantes nesta etapa do processo

<b>Atividade do projeto</b>	<b>Olhar ou ação ergonômica</b>
Iniciar fase da execução do projeto;	Métodos de Trabalho;
Etapa mais longa e complexa de ser administrada;	Aspectos sociotécnicos; Métodos de Trabalho;
Como tratar os aspectos não previstos;	O trabalho cooperativo; Comunicação e organização em rede;
Estabelecer o fluxo de trabalho;	Métodos de Trabalho; O trabalho realizado em grupo;
Comunicação eficiente entre as equipes; Importância do feedback;	Comunicação e organização em rede;
Incentivo do uso das boas práticas de desenvolvimento de software;	Cultura organizacional; Métodos de Trabalho;
Controle durante a execução do projeto;	Gerenciamento de recursos e pessoas; Relações entre cargos e funções; Projetos e métodos de Trabalho;
Propiciar um “ambiente” adequado do ponto de vista de relacionamento;	Cultura organizacional; O trabalho realizado em grupo;
Garantir que o trabalho produza as entregas previstas;	Gerenciamento de recursos e pessoas; Relações entre cargos e funções; Projetos e métodos de Trabalho;

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
Administrar expectativas e mudanças nos requisitos;	Negociação eficaz;
Uso ferramentas, o uso das tecnologias como o ALM;	Necessidade de modernização; Mudança na tecnologia; O parecer de um especialista;
Gestão dos recursos de equipe e os recursos físicos;	Gerenciamento de recursos e pessoas;
Gerenciamento de cronograma de projetos;	Gerenciamento de recursos e pessoas; Métodos de Trabalho;

Fonte: o autor (2021)

Observamos aqui como a ergonomia pode atuar com treinamentos em práticas de trabalho em equipe, e observando e monitorando o desempenho do grupo durante o decorrer do processo, atuando com modificações e sugestões para os métodos de trabalho adotados. Muito importante um “ambiente” adequado, nesse caso, focando os aspectos cognitivos da relação humana, proporcionando motivação aos participantes do projeto.

No quadro 4 a seguir apresentamos o **catálogo de procedimentos operacionais e ações ergonômicas**, extraídos do quadro 2, com as respectivas possíveis ações ergonômicas associadas:

Quadro 4 - Catálogo de procedimentos operacionais e ações ergonômicas

CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS	
AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA	AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA
Elaboração do projeto conceitual	Revisar os métodos de trabalho;
Definição dos metadados	Revisar os métodos de trabalho;
Definição dos stakeholders	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Elaboração do projeto detalhado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
Modelagem do minimundo	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Uso da abstração;
Organização de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Preceitos de segurança	Atualização da cultura da organização
Definição dos tipos de entradas e saídas	Revisar os métodos de trabalho;
Realização do planejamento estratégico	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional
Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Formação do comitê consultivo e deliberativo do projeto	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional
Cronograma de execução e implantação	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Definição de Equipe	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Responsabilidades	Relações entre cargos e funções;
Entendimento do ciclo de vida do software	Revisar os métodos de trabalho;
Obtenção de apoio técnico e operacional	Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Definição de espaço físico	Ergonomia física; Documentação efetiva;
Otimização do fator comunicação	Atualização da cultura da organização Treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo;
Definição do escopo de um sistema: resultados	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
Coleta de proposições de apoio operacional	Revisar os métodos de trabalho;
Aquisição de equipamentos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observação dos recursos para o projeto	Atividades de gestão;
Definição dos treinamentos necessários	Gestão de recursos humanos;
Realização de obra civil física quando necessário	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Entendimento e acompanhamento dos processos de execução	Revisar os métodos de trabalho;
Levantamento das expectativas da organização	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Certificação das necessidades	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de dados	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de limites	Revisar os métodos de trabalho;
Definição de temporizações	Revisar os métodos de trabalho;
Constatação das necessidades	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de projeto lógico e criação de arquivos de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Entendimento do processo de modelagem do negócio	Revisar os métodos de trabalho;
Revisão e ajuste da declaração do escopo	Revisar os métodos de trabalho; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
	Trabalho colaborativo;
Apresentação ao comitê, o gerenciamento do escopo	Revisar os métodos de trabalho;
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto	Revisar os métodos de trabalho;
Implantação de novos equipamentos	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Definição de hierarquia de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Definição de segurança de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Obtenção de metadados	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Levantamento de requisitos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Permitir a obtenção de requisitos precisos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição dos requisitos funcionais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição dos requisitos do não funcionais;	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Observação das heurísticas de Nielsen para compor os requisitos	Contratar consultoria especializada para realização de um diagnóstico ergonômico;
Conferir potência e capacidades de software	Revisar os métodos de trabalho;
Implantação dos critérios de qualidade a serem observados	Contratar consultoria especializada para realização de um programa da qualidade específico;
Gerenciamento dos requisitos	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
Efetivar ações de gestão dos requisitos especificados	Revisar os métodos de trabalho; Otimizar aspectos de gestão;
Validar os requisitos com os stakeholders	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Análise de viabilidade	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Confirmação da validade com o comitê de projeto do processo de análise	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Rever a viabilidade do projeto;	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Confirmar continuamente os resultados previstos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Análise de riscos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Avaliação dos riscos envolvidos no desenvolvimento,	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Implementar o gerenciamento de riscos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Definição de ambiente físico	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de ambiente técnico	Métodos de trabalho;
Definição de interfaces com usuário	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de recursos técnicos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de arquitetura	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Interface Homem Computador - IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Modelos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
Considerar a importância da definição da arquitetura	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição dos recursos da IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar a importância da IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Características a considerar para uma boa usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar a participação do usuário	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Realização de avaliação e testes de usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Definição de testes por etapas	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Revisar os métodos de trabalho;
Entendimento das normas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Considerar os testes de Funcionalidade	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar os testes de Confiabilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar os testes de Eficiência	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Manutenibilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Portabilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Interface com Usuário	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA</b>
Implantar os componentes da Infra de TI	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar a infraestrutura de Hardware	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar a infraestrutura de Software	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Observação da questão dos dados institucionais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Realizar a gestão de redes	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Gestão do Datacenter	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Controlar, auditar acompanhar a infra adequada	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Implantar uma Governança de ti	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar o ambiente físico	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Adequar os Ambientes de TI	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Estabelecer critérios de gestão de infra e TI	Contratar consultoria especializada;
Avaliar e mitigar os riscos em infra de ti	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observar uso de Normas	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Verificar a necessidade de adotar o CobiT, boas práticas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Meio físico e acessibilidade	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de treinamento	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;
Definição de manuais	Processos de documentação; Ergonomia informacional;
Promover análise permanente da cultura da organização	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS	
AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA	AÇÕES SOB OLHAR DA ERGONOMIA
Promover ações de treinamento e de comunicação	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Estabelecer cronograma de implantação de preceitos ergonômicos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Obter aval do comitê de projeto e promover ajustes de custos, benefícios e cronogramas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

Fonte: o autor (2021)

A seleção dos tópicos que constituíram o quadro 4 foram baseados nas pesquisas realizadas, fundamentas em autores como PRESSMAN (2016), SOMMERVILLE (2011) e WAZLAWICK (2013), na área de engenharia de software e as correlações ergonômicas baseadas na fundamentação teórica e pesquisas adicionais, citadas neste trabalho.

A seguir, os procedimentos e ações do quadro 4 acima são comentados. Esta redação tem o propósito de clarificar o tema **telemática e tecnologia da informação**, fazendo, quando necessário, conexão com a ergonomia.

Nesse momento, é fundamental a compressão da aplicação da ergonomia para ajustar a sistemática adotada no desenvolvimento de sistemas, onde contextualizamos vários procedimentos.

A macroergonomia ou ergonomia organizacional, conforme abordado no capítulo 2.1.3, visa a estrutura, numa visão holística, de uma organização, no que diz respeito desde à questões sobre a cultura organizacional, ao aprimoramento das condições de trabalho dos indivíduos.

Pode ainda ser definida como a especificação do conteúdo, dos métodos e projetos de trabalho e, de modo a satisfazer os requisitos organizacionais e tecnológicos, bem como, os requisitos sociais e individuais dos colaboradores, ou seja, a relação entre o trabalhador e o sistema de trabalho.

De acordo com Souza (1994), a macroergonomia trata a análise das interfaces tecnologia-organização-homem, ou num sistema pessoas-tecnologia mais abrangente, onde aborda as interações entre sistemas tecnológicos e sistemas organizacionais, gerenciais, pessoais e culturais

Essas inter-relações devem, portanto, ser pesquisadas e analisadas dentro da comunidade científica de computação, de maneira a produzir meios para que o profissional adquira essa orientação frente aos aspectos sociotécnicos de sua atividade. Entretanto, conforme Albuquerque (2014), o número de pesquisas que se dedicam à análise sistemática dos aspectos sociotécnicos da atividade de computação é, na comunidade acadêmica de computação brasileira, ainda reduzido.

Outro fator relevante desta área da ergonomia, é comunicação entre as pessoas, suas políticas, trabalho cooperativo, e gestão da qualidade nos processos.

Haines & Wilson (1998), afirmam que a ergonomia participativa pode desempenhar um papel representativo em saúde e segurança. Ter controle sobre o próprio trabalho traz benefícios motivacionais. A participação favorece decisões de alta qualidade, permite facilitar a comunicação e a troca de experiências agregando valor à arquitetura organizacional.

Ergonomia participativa pode ser definida como: envolvimento das pessoas no planejamento e no controle de uma parcela significativa das suas próprias atividades de trabalho, com conhecimento suficiente e poder para influenciar tanto processos como resultados para estabelecer as metas desejáveis (Wilson, 1995, pág. 37).

Assim sendo, além dos aspectos ergonômicos identificados e correlacionados nesta pesquisa, aplicando os pressupostos da macroergonomia acima, identificamos fatores que consideramos relevantes para formar um conjunto de diretrizes, que sob a ótica da ergonomia organizacional possam ser utilizados como um guia paralelo às ações ergonômicas para atender o objetivo desta pesquisa.

Abordando de outra forma, através das propostas da ergonomia organizacional, as diretrizes caracterizadas relevantes serão agrupadas num catálogo que servirá como um guia para a construção de um processo mais elaborado para o desenvolvimento de sistemas.

### 3.1 CONCEITOS

O conceito é a representação geral e abstrata de uma realidade. É a maneira como pensamos sobre algum elemento, permitindo sua classificação através da opinião. A visão clara dos conceitos envolvidos, tornam a atuação em um processo mais eficiente. Neste contexto, abordamos nesse módulo, os conceitos que envolvem o desenvolvimento de um sistema. São discutidos os preceitos para um desenvolvimento adequado, abordando desde a fase do projeto, com suas premissas e a importância de sua compreensão ao planejar um sistema automatizado.

São abordados inicialmente as considerações relativas à elaboração de um projeto, onde será constatado a necessidade de sua compreensão e sua relação com o desenvolvimento de sistema. Em seguida é apresentado o conceito do processo de sistematização, cujo entendimento e percepção, permitirão considerar as diretrizes que norteiam a construção e implantação de um projeto que usa Tecnologia da Informação que atenda aos requisitos requeridos.

### **3.1.1 Conceitos sobre gestão de projetos**

O PMBOK é o guia mais utilizado quando o assunto é gestão de projetos. Ele foi criado pelo PMI (Project Management Institute), uma organização sem fins lucrativos que tem o objetivo de disseminar as melhores práticas da gestão de projetos pelo mundo todo.

As principais características de um projeto, segundo Coutinho (2020), são: é sempre temporário, tendo um início, precisando ter um fim definido após atingido o objetivo; todo projeto tem recursos pré-definidos, como parte de seu planejamento, e um projeto tem também um objetivo bem específico definido. Mais detalhes sobre o Guia PMBOK podem ser vistos no apêndice D.

#### **3.1.1.1 A importância da gerência de projetos**

A gerência de um projeto consiste na utilização de habilidades, conhecimentos, técnicas ou ferramentas no sentido de coordenar as atividades para garantir que se tenha sucesso em sua realização (PMBOK, 2017). Com o avanço das técnicas de gestão, algumas disciplinas são aplicadas ao se conduzir um projeto, desde conceitos

de gerência de projetos, questões relativas às relações humanas, conceitos técnicos específicos e os conceitos das disciplinas da ergonomia.

Para realizar a gestão de um projeto, é necessário conhecimento do seu escopo, como: objetivos, requisitos, cronograma, recursos disponíveis, e os riscos envolvidos. Em seguida, deve ser feito o planejamento do projeto, prevendo a monitoração de sua execução. A finalização do projeto se dá ao atingir os resultados pretendidos, ou por motivo de não ser possível atingir as metas por determinada circunstância (VARGAS, 2009).

Um tema muito abordado mais recentemente é o da “metodologia ágil”, que corresponde a um conjunto de práticas para entender as demandas de um projeto, agir e realizar tudo com eficiência. É uma ponte que tenta eliminar as lacunas no processo de desenvolvimento de sistemas e entregar o produto final com mais rapidez e agilidade, sempre com qualidade.

Eloi (2016) cita ainda os princípios básicos para tornar o desenvolvimento ágil, conforme abaixo na diretriz 1.

## **DIRETRIZ 1**

Princípios básicos para tornar o desenvolvimento ágil:

- a) satisfazer o cliente através da entrega nos prazos de software com qualidade;
- b) promover o trabalho dos stakeholders e desenvolvedores em conjunto durante todo o curso do projeto;
- c) construir projetos ao redor de indivíduos motivados, dando a eles o ambiente e suporte necessário, e confiar que farão seu trabalho;
- d) promover reuniões frequentes e motivadoras.

Projeto deve ser determinado e objetivo. Pode ser definido como uma atividade específica com um início e fim estabelecidos, conduzido por pessoas, necessitando de recursos para sua elaboração. Poder ser visto ainda no PMBOK (2017), que o projeto é a forma de atender determinadas demandas que de outra forma não seria possível.

Assim, um projeto é temporário, pois tem início e fim definidos; engloba produtos, serviços ou resultados exclusivos, uma vez que cria entregas exclusivas; e é de elaboração progressiva, ou seja, é desenvolvido por etapas.

Registramos a seguir as recomendações iniciais para desenvolvimento do projeto:

## **DIRETRIZ 2**

Recomendações iniciais:

- a) promover atenção à excelência técnica e bom design;
- b) conquistar arquiteturas, requisitos e designs com equipes cooperativas e autônomas;
- c) promover trabalhos em grupo para avaliações dos serviços e do relacionamento entre as equipes.

Diante de um cenário de transformações estruturais e inovações tecnológicas, contemplamos mudanças na forma de trabalho, e essas habilidades são bem abordadas em Penhaki (2019) e Sgobbi e Zanquim (2020), que identificam e evidenciam as habilidades “soft”, que dizem respeito ao comportamento do profissional.

Uma boa gestão exige acompanhamento dos processos. É importante ressaltar que a gestão das organizações está se tornando cada vez mais complexa, demandando ações para coordenação, monitoramento, controle, avaliação e suporte para a execução e entendimento dos processos da estrutura organizacional para que haja um alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa (MAI et al., 2016).

Podemos perceber nos aspectos citados acima diversos pontos que podem ser desenvolvidos e apoiados com ações da ergonomia, com suas variadas disciplinas, dentre as quais, a abordagem da ergonomia organizacional, citam Correia e Silveira (2009), permite contribuir significativamente para a realização de um projeto de forma eficiente. Aplicando a premissa citada por Pinheiros (2021), que cita a necessidade de modernização, podemos constatar que os métodos ágeis citados anteriormente por Eloi (2016) podem ser ótimos aliados a um esforço com as técnicas da ergonomia, em especial nas questões de comunicação e métodos de trabalho.

Podemos, assim, verificar a relevância de adotar as técnicas mais recentes em questões de gestão, e apresentar resultados que atendam às estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais.

Brito (2019) cita que o termo *desenvolvimento ágil* surgiu a partir do *manifesto ágil* como processo alternativo de desenvolvimento para que a agilidade fosse

incorporada aos projetos e assim combater a lentidão nos processos e, conseqüentemente, nas entregas de software.

Para ganhar competitividade, melhorias na gestão e aumento de produtividade, as empresas investem cada vez mais em melhores formações e conhecimento, proporcionando melhores resultados para as empresas. As equipes participantes do projeto, além de lidar com seus requisitos, vão ter de lidar com situações de demandas competitivas, prazos, riscos, atendimento à critérios de qualidade, e *stakeholders* com diferentes percepções e necessidades.

Nesse contexto entram as habilidades cognitivas dos técnicos em programação de computadores em lidar com situações que requerem habilidades de negociação, de promover a coesão nas equipes e estimular os instaladores de equipamentos, com suas habilidades técnicas específicas. Dessa forma, uma gestão eficiente de projetos se torna fundamental na busca para atender objetivos, cumprir prazos e custos, além de proporcionar conhecimentos em diversas áreas e atingir os objetivos.

Importante considerar os aspectos cognitivos almejados na definição do perfil de um líder adequado. De acordo com o que foi visto nesta pesquisa em diversas referências, um líder necessita apresentar algumas características, como: visão do negócio; ser organizado, acompanhar as etapas; ter boa capacidade de comunicação, fundamental para integração da equipe; ter liderança; capacidade de negociação com os colaboradores e a administração; ter pensamento estratégico; controle em situações de estresse; capacidade de análise; ter persistência; e ser capaz de inspirar e motivar a equipe.

Esse perfil esperado para um líder pode ser positivamente impactado pela ergonomia organizacional, através de suas áreas de atuação em gerenciamento de recursos e pessoas; relações entre cargos e funções; comunicação e organização em rede; problemas de relacionamento e conflitos; necessidade de modernização; adaptação a transformações na cultura organizacional; investimento em processos de seleção, treinamentos e certificações (O'KEEFFE, 2021).

De forma similar, em artigo apresentado ao PMI em 2007, Cartwright (2007) define a competência como um grupo de conhecimentos, atitudes e comportamentos que afetam uma parte importante do trabalho de uma pessoa, e que se correlaciona com o desempenho no trabalho, podendo ser melhorada por meio de treinamento e desenvolvimento. Segundo a autora, os principais componentes de competências incluem: habilidades, atitudes, comportamento, conhecimento e personalidade.

Podemos identificar como a ergonomia pode, através de avaliações e treinamentos específicos, ser aplicada ao desenvolvimento dessas habilidades. Cartwright (2007) complementa, ainda, que quando aplicada ao gerenciamento de projetos, competência é a capacidade de executar atividades em um ambiente de projeto de acordo com os padrões esperados e reconhecidos.

### 3.1.1.2 Planejamento estratégico

Em um cenário de aumento dos horizontes da organização, surge o planejamento estratégico, que está intimamente relacionado à necessidade de desenvolver a organização, consistindo na criação de um plano para antecipar tudo o que será feito ao longo do desenvolvimento dos projetos.

O planejamento tem como metas o desenvolvimento da organização, e tem como foco gerenciar a elaboração de objetivos para as atividades, sempre levando em consideração os fatores externos e internos da gestão, além de cultivar a cultura da inovação.

Desse modo, o planejamento estratégico, cita Pereira e Kich (2009), visa gerenciar a formulação de objetivos para as atividades da sua empresa, sempre levando em consideração os fatores externos e internos da gestão, consistindo na criação de um plano para antecipar tudo o que será realizado e necessário ao longo do desenvolvimento dos projetos.

O planejamento estratégico criará, portanto, objetivos que produzirão iniciativas que implicam em atividades, cuja finalidade será atingir as metas da empresa. Todas essas atividades consistem em projetos. Nesse cenário, aparecem os soft skills, com habilidades para a condução de projetos, conforme visto em O'Keeffe (2021).

O planejamento estratégico é fundamental para desenvolver uma visão de médio e longo prazo como forma de atingir os objetivos da organização, sendo um importante instrumento de gestão no processo administrativo e, como tal, imprescindível quando a organização considera o seu desenvolvimento futuro (SÁ; PEPE, 2000).

Emanoele (2021), apresenta o conceito de *planejamento ágil*, que representa uma estratégia utilizada para realizar a representação de um projeto baseado nos métodos ágeis. Para projetos que utilizam o seu gerenciamento fundamentado no

Guia PMBOK, por exemplo, esse processo ocorre na etapa de desenvolvimento do cronograma.

O planejamento estratégico tem aspectos bastante comuns com as áreas de atuação da ergonomia organizacional e as estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais, e através de um planejamento eficiente, muitos benefícios podem ser alcançados.

### **DIRETRIZ 3**

O planejamento estratégico tem propósito de:

- a) orientar as organizações nas tomadas de decisões e na distribuição dos recursos;
- b) encontrar os caminhos mais adequados para atingir os objetivos;
- c) facilitar o engajamento das equipes, orientando os caminhos focados em um objetivo comum.

Um papel importante da ergonomia organizacional, no contexto do planejamento estratégico, está na importância de se utilizar dos conceitos e práticas já adotadas com sucesso pelas organizações. *Criar a “cultura da cultura”*, incentivando os participantes da equipe a investirem em conhecimentos para fundamentar as ações em termos da cultura organizacional da organização, fator impactante no planejamento estratégico, conforme visto em Pereira e Kich (2009).

Uma etapa fundamental para o planejamento estratégico está na escolha dos participantes, os stakeholders, para a implementação do projeto, e vai permitir a definição de como atingir os objetivos em uma organização. Ele funciona como um roteiro que determina onde a organização está, aonde quer chegar e quais são as ações necessárias para cumprir essa jornada possibilitando, assim, dados para a criação de um plano de ações.

### **DIRETRIZ 4**

- a) Para a realização do planejamento estratégico, é necessário a realização de um diagnóstico da organização: conhecer seus pontos fortes e fracos; definir a identidade organizacional, com missão, visão e valores; definir os objetivos da organização, definindo um mapa de seus objetivos e metas;

- b) Definir um plano de ação; planejar o acompanhamento e análise, através de um plano de reuniões e procedimentos para acompanhar e avaliar os resultados alcançados em cada fase do projeto.

Existem diversos fatores que influenciam a cultura e cuja percepção e conhecimento serão de extrema utilidade no entendimento das mudanças na cultura organizacional, que poderá ocorrer no momento da implementação do planejamento estratégico. Entre os principais fatores podemos citar: os indivíduos, no caso a liderança; o sistema da organização; seus objetivos e metas quanto à estrutura; o porte da organização; e as tecnologias utilizadas (ESTRADA, 2000).

Por outro ângulo, ao invés de ter fatores que influenciam a cultura organizacional, podemos ter, de acordo Schein (1985), um dos maiores estudiosos do assunto, alguns mecanismos de desenvolvimento cultural:

#### **DIRETRIZ 5**

Fatores que influenciam a cultura organizacional:

- a) Buscar os fatos em que os líderes prestam atenção, medem e controlam;
- b) Apontar as reações dos líderes em momentos críticos e crises organizacionais;
- c) Certificar o papel assumido na condução da organização;
- d) Definir os critérios para reconhecimento;
- e) Definir os critérios para recrutamento, seleção, promoção e saída de pessoal;
- f) Clarificar a estrutura da organização;
- g) Divulgar as declarações formais de filosofia, credo e privilégios na organização.

Podemos ver acima aspectos que a ergonomia organizacional pode influenciar com a integração das equipes, as habilidades de influência e negociação dos soft skills, e a gestão dos recursos humanos em processos de seleção e qualificação. Algumas ações devem ser realizadas, segundo Camargo (2018):

#### **DIRETRIZ 6**

Ações devem ser realizadas para influenciar com a integração das equipes:

- Determinar a meta da organização; seja qual for a meta principal, ela deve refletir os resultados que precisa alcançar;
- Analisar a organização; para que o planejamento realmente ocupe uma posição estratégica, é importante que seja realizado um diagnóstico interno e externo do negócio.
- Determinar a missão, visão e valores; é importante saber quais as diretrizes principais de uma empresa: missão, visão e valores.
- Determinar Missão; definir qual a responsabilidade da empresa com seus clientes. Aquilo que deve ser entregue a eles;
- Determinar Visão; Necessário a definição do que a empresa pretende ser a longo prazo a partir do produto ou serviço que possui;
- Determinar Valores; definir os princípios nos quais a empresa se baseia, como credibilidade, eficiência, qualidade. Podem ser vistos como as regras básicas que orientam os colaboradores.
- Determinar Objetivos; os objetivos de uma empresa são os resultados que a organização pretende atingir.
- Determinar Metas; as metas estão associadas aos objetivos, são tarefas a serem executadas em um prazo determinado, para que o objetivo seja alcançado. As metas devem ser mensuráveis além de realistas.
- Planejar a ação; para garantir que os objetivos e metas sejam realizados, é necessário planejar as atividades e ações para atingir as metas pretendidas.
- Monitorar e avaliar os resultados; com o plano montado e as estratégias em jogo, é preciso estar sempre monitorando e avaliando os resultados obtidos. Por isso é tão importante a meta ser facilmente mensurável.

O planejamento estratégico e as vantagens de sua consideração são abordados no apêndice C.

### 3.1.1.3 Ciclo de Vida de um projeto

A O ciclo de vida de um projeto é a divisão da Gestão do Projeto em fases pelas quais sua elaboração deve passar do início ao término. A cada fase entregas são realizadas, fornecendo subsídios para a fase seguinte.

Um projeto possui tipicamente cinco fases podendo variar conforme a natureza do projeto, segundo Vargas (2009), e um modo geral, as fases do projeto apresentam as seguintes características:

As fases geralmente são sequenciais; cada fase do projeto é marcada pela entrega de um ou mais produtos, como estudos de viabilidade ou protótipos funcionais; para cada fase, define-se o trabalho a ser feito e o pessoal envolvido na sua execução; o fim da fase é marcada por uma revisão dos produtos e do desempenho do projeto até o momento; uma fase começa quando termina a outra, podendo haver interseção entre as fases (BOMFIN; NUNES; HASTENREITER, 2012).

As cinco fases ou grupos de processos de gerenciamento de projetos:

- a) definição: é a fase inicial do projeto, onde a missão e o objetivo do projeto são definidos;
- b) planejamento: onde são identificadas e selecionadas as melhores estratégias de abordagem do projeto, detalhando o que será realizado;
- c) execução: é quando se materializa tudo aquilo que foi planejado anteriormente;
- d) controle: é a que acontece paralelamente ao planejamento operacional e à execução do projeto, e tem como objetivo acompanhar e controlar aquilo que está sendo realizado pelo projeto propondo ações corretivas e preventivas quando necessário;
- e) finalização: é quando a execução dos trabalhos é concluída e avaliada por auditoria interna ou externa.

## **DIRETRIZ 7**

Gerenciamento de projetos:

- Ter objetivo claro e definido – Todo projeto tem metas e resultados bem estabelecidos a serem atingidos em sua finalização;
- Deve ser conduzido por pessoas - O cerne fundamental de qualquer projeto é o homem.
- Conceber que projetos utilizam recursos – Todo projeto utiliza recursos especificamente alocados a determinados trabalhos.

No quadro 5, abaixo, são apresentados alguns pontos mais relevantes na gestão de projetos, e as ações ergonômicas correspondentes a serem aplicadas.

Quadro 5 – Ciclo de Vida do Projeto

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
A importância na elaboração e projeto;	Cultura organizacional;
Gerenciamento de um projeto;	Adequação de tarefas e de processos;
Realização de um diagnóstico e elaboração do projeto;	Necessidade de modernização; Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais; Tomada de decisão;
Definir a identidade organizacional; Definir os objetivos da organização;	Adaptação a transformações na cultura organizacional; Necessidade de modernização; Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais;
Planejar o gerenciamento;	Comunicação e organização em rede; Gestão de qualidade;
Participação da equipe e dos stakeholders;	Gerenciamento de recursos e pessoas;
Opinião dos funcionários;	User-X – Experiência do usuário;
A importância do planejamento estratégico;	Cultura organizacional;
O Guia PMBOK: referência para elaboração e gestão de projetos;	Comunicação e organização em rede; Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais; Alinhamento com critérios da ergonomia; Gestão de qualidade;
Entrosamento nas equipes;	Comunicação e organização em rede;
Um projeto tem Início, meio e fim, monitorado por um cronograma;	Gestão de qualidade; Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais;
Conduzido por pessoas - O cerne fundamental de qualquer projeto é o homem;	Comunicação e organização em rede;

Fonte: o autor (2021)

Um outro aspecto observado no quadro 5, acima, a ser fortemente considerado, está na influência da cultura organizacional sobre o planejamento estratégico, cabendo aqui outro impacto positivo da visão ergonômica nas transformações da cultura organizacional para os processos de planejamento (PINHEIROS, 2021).

### 3.1.2 Conceitos sobre desenvolvimento de sistemas

Os sistemas de informação têm assumido importante papel no mundo corporativo, em função do controle que se torna possível a partir de sua utilização e da rapidez de resposta para a tomada de decisão. Os sistemas de informação, suportados por grandes computadores – “main frames” – anos atrás, eram opções dispendiosas e disponíveis para poucas organizações com recursos orçamentários para tal, e por outro lado, tinham muitas limitações. Hoje, além de complexos, os sistemas são baseados em equipamentos poderosos e móveis, onde tecnologia e informação caminham no sentido de apoio às decisões gerenciais (CLARO, 2013).

De acordo com Pressman (2016), o software deve ser adaptado para atender à evolução da tecnologia da informação, e aos novos ambientes, devendo ainda o software ser aperfeiçoado para os novos requisitos do negócio. O software deve ser compatível com diversos bancos de dados ou sistemas em versões mais atuais e finalmente, o software deve ser arquitetado de forma a atender um ambiente em evolução.

Podemos identificar aqui uma questão de necessidade de modernização, novas tecnologias, abordada pela ergonomia organizacional, que associado aos atendimentos dos requisitos organizacionais, deve atuar em conjunto com a gestão para avaliar a viabilidade de atender às considerações acima citadas (KUHNNEN et al., 2010).

Atualmente, a indústria de software tornou-se um fator dominante na economia mundial, e apesar da tecnologia disponível, com uma série de ferramentas e procedimentos técnicos algumas questões ainda são as mesmas de anos atrás, como evidencia Pressman (2016):

## **DIRETRIZ 8**

Evitar incluir algum destes questionamentos no desenvolvimento do projeto:

- Por que a conclusão de um software leva tanto tempo?
- Por que os custos de projeto e desenvolvimento são tão altos?
- Por que os erros não são encontrados antes da entrega ao cliente?
- Por que é gasto tanto esforço na manutenção de programas já em uso?
- Por que tantas dificuldades em monitorar o desenvolvimento de um software?

O *software*, aliado aos princípios ergonômicos especificamente na ergonomia organizacional, poderá definir diretivas que irão contribuir fortemente para o desenvolvimento de um sistema adequado. Como visto antes, normas e procedimentos não funcionam por si só, sem um acompanhamento e gestão adequada das atividades. Daí entra os critérios ergonômicos, com estratégias para o cumprimento dos requisitos organizacionais, definição de métodos de trabalho e adequação nos processos.

O SWEBOK em 2004 apresentou as áreas de conhecimento, onde verificamos alguns pontos em comuns com a ergonomia organizacional:

- a) iniciação e definição de escopo;
- b) planejamento do projeto gestão de projetos;
- c) métodos e ferramentas de engenharia;
- d) qualidade de software;
- e) gestão de recursos humanos.

O desenvolvimento de sistemas, ou o “processo de software” é regido por uma série de recomendações, princípios e diretrizes, algumas formais, como a ISO/IEC 12207 que é a norma ISO/IEC que define processo de Engenharia de Software, e outras referências internacionalmente conhecidas, como o *SWEBOK*. No apêndice E são apresentados mais detalhes sobre o processo de desenvolvimento de sistemas e o Guia SWEBOK.

### 3.2 NECESSIDADES

Um sistema de informação representa os pilares para o desenvolvimento de uma organização. Sua necessidade se impõe na razão do seu ser, pois através dele a organização realiza sua missão, dá apoio aos diversos processos além de armazenar dados e informações para subsidiar suas atividades e tomadas de decisões.

Um sistema realiza o inter-relacionamento entre as pessoas, os processos e os dados, e sua relevância se faz exigir demandas como segurança, disponibilidade e precisão, para executar toda a logística da manipulação da informação com velocidade e confiabilidade.

### 3.2.1 O processo de implementação

Com a crescente necessidade da gestão de informações e realizar uma série de atividades inerentes aos seus processos, as empresas e organizações, nos mais variados segmentos, vêm pesadamente investido em tecnologia da informação e sistemas de informação - SI com a perspectiva de atingir tais objetivos. Neste cenário, continua Schlotefeldt (2012), considera-se a informação, o maior ativo ou diferencial competitivo da empresa.

A necessidade de investir no bem-estar do colaborador em função da quantidade de informações que as pessoas têm de lidar, é também um fato muito discutido nos dias de hoje, já havendo conscientização da obtenção de melhores resultados quando este aspecto é considerado. A satisfação do usuário em relação ao SI, afirmam Dias Ferreira e Ferreira (2006), é fator determinante para que o investimento realizado seja revertido em ganhos reais para a organização.

Planejar sistemas de informação, é uma atividade estratégica na medida que poderá estabelecer, bases sólidas, para o futuro desenho do modelo de gestão da informação que irá subsidiar a organização em seu desenvolvimento, afirmam Araújo Jr. e Alvares (2007), tendo relação estreita com a missão e os objetivos organizacionais.

Partindo deste pressuposto, a gestão adequada de projetos é um instrumento fundamental para reduzir os riscos de fracasso e controlar todas as etapas envolvidas, bem como garantir a qualidade dos resultados. Assim, é possível, de acordo com o Guia PMBOK, gerenciar projetos de forma eficiente, ou seja, atingindo os objetivos e otimizando recursos.

Por outro lado, em paralelo, cresce a demanda da aplicação de conceitos e estratégias que permitam que os sistemas sejam desenvolvidos com foco na boa interação com os seus usuários, haja vista a crescente quantidade de informações a serem manipuladas. Daí a necessidade da aplicação dos conceitos das disciplinas da ergonomia.

Aplicando estes pressupostos ao desenvolvimento de sistemas, em suas diversas etapas, estaremos estabelecendo uma base consistente no sentido de possibilitar o cumprimento das metas estabelecidas pela equipe de planejamento, com qualidade dentro do cronograma estabelecido, satisfazendo os interesses organizacionais.

Vamos, neste capítulo, abordar a fase da execução do projeto. Já vimos anteriormente que um projeto é composto de fases. E que o desenvolvimento de sistemas é realizado também em etapas. Vamos abordar aqui a etapa da execução do projeto, os aspectos mais relevantes. Vamos abordar também a fase de execução de um sistema, as ações que devem ser realizadas para garantir um desenvolvimento adequado.

O pressuposto da ergonomia organizacional em incentivar o uso de novas tecnologias e métodos de trabalho será aplicado aqui, como veremos mais adiante.

### **O gerenciamento da execução**

A aprovação do plano de um projeto é uma decisão significativa porque implica que agora a execução será iniciada, para produzir, entregar e implantar os resultados do projeto. A fase de execução do desenvolvimento de um sistema é normalmente a faz mais longa e complexa de ser administrada e, segundo Zwikael e Smyrk (2019), é nesta fase em serão utilizados os maiores recursos.

Esta fase vai exigir maior esforço de trabalho e sobretudo comunicação entre as equipes reforça Ferrari (2021), pois diversas atividades estão sendo realizadas em paralelo, e necessitando de constante troca de informações e feedbacks.

Quando é iniciada a fase de execução de um projeto alguns cuidados devem ser tomados, no sentido de evitar transtornos. Existe toda uma estrutura que deve estar pronta, envolvendo os mais diversos aspectos, e a fase de controle, a fase que acontece paralelamente as de planejamento e execução, tem como objetivo acompanhar e controlar aquilo que está sendo realizado pelo projeto, de modo a propor ações corretivas e preventivas, no menor espaço de tempo possível, após a detecção de anormalidade (PMBOK, 2017).

Embora o trabalho de execução seja realizado de acordo com o roteiro representado pelo plano do projeto, a evolução do desenvolvimento, faz surgir aspectos não previstos, e os métodos, e comunicação entre as equipes, para tratar esses casos têm de ter sido previstos na estrutura do projeto.

Campos e Lima (2009), demonstram que as iterações devem ser planejadas cuidadosamente, levando-se em consideração os objetivos específicos que foram definidos no planejamento das fases e o tempo destinado a cada iteração. A equipe do projeto sempre está trabalhando em dois planos de iteração, o plano de iteração

atual, visando acompanhar o progresso do projeto e fazer os ajustes devidos e o próximo plano de iteração.

Conforme visto em Pressman (2016), e em Sommerville (2011), os fatores a seguir devem ser observados, antes de iniciar a execução do desenvolvimento:

Devem estar prontos e validados o cronograma, os requisitos, assim como escopo do sistema. Devem estar preparadas as equipes de desenvolvedores, definidos, os stakeholders e realizado um planejamento da execução bem como integração da equipe com a definição das tarefas. Também devem estar definidos os processos de documentação e testes.

Podemos aqui identificar uma fase onde a ergonomia organizacional pode fazer um ótimo trabalho, através de uma intervenção ergonômica, onde serão aplicados métodos de trabalho, observação no aspecto da comunicação entre os participantes – fundamental – e o incentivo do uso das boas práticas de desenvolvimento de software, e conceitos básicos de trabalho cooperativo, como o feedback, tão necessário em um projeto dessa natureza (RIBEIRO; CORDEIRO; MUSSA; VASCONCELOS, 2017).

Segundo o Guia PMBOK, o grupo de “Processos de Execução” consiste dos processos executados para concluir o trabalho definido na especificação do projeto a fim de cumprir seus requisitos. Essa atividade consiste em coordenar recursos, gerenciar o engajamento das partes interessadas, e integrar e executar as atividades do projeto acordadas no plano de gerenciamento do projeto.

O benefício principal deste grupo de “Processos de Execução”, é que o trabalho necessário para cumprir os requisitos e objetivos do projeto é realizado em conformidade com o plano. Uma grande parte do orçamento, dos recursos e do tempo do projeto afirma também Ferrari, (2021) é dedicada a executar os processos do Grupo de Processos de Execução.

### 3.2.1.1 Processos de Execução

A execução do projeto é a fase em que aquilo que foi planejado é colocado em prática. A execução exige a habilidade de gerir a concretização dos diversos planos, acompanhar e desenvolver o trabalho da equipe e comunicar a todas as partes interessadas, a forma de como o projeto deve decorrer.

**DIRETRIZ 9**

A forma como o projeto deve decorrer:

- a) orientar e gerir as atividades do projeto;
- b) realizar garantia da qualidade;
- c) mobilizar a equipe do projeto;
- d) desenvolver a equipe do projeto;
- e) gerir a equipe do projeto;
- f) distribuir a informação;
- g) gerir as expectativas das partes interessadas;
- h) conduzir as aquisições.

O planejamento da execução do projeto é necessário para prever as possíveis situações futuras e preparar as condições para que a execução seja bem-sucedida. Por outro lado, é necessário a combinação entre planejamento, execução e controle, para garantir que as ações planejadas produzam as entregas e o produto final do projeto (FERRARI, 2021). O aspecto dessa “combinação” poderá ser associado a ações ergonômicas, como veremos em seguida. Ações que devem ser observadas na execução do projeto:

**DIRETRIZ 10**

Ações que devem ser observadas na execução do projeto:

- a) mobilizar a equipe do projeto. Compor a equipe que irá realizar o trabalho do projeto e alocar todos, com suas respectivas qualificações, competências e habilidades, nas devidas áreas do projeto;
- b) comunicar objetivos, metas e resultados. Comunicar as informações necessárias para o trabalho, participação e tratamento de cada um dos principais stakeholders do projeto.
- c) estabelecer o fluxo de trabalho. Fazer acontecer as ações necessárias para realizar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto e assim atingir os objetivos do projeto, iniciando a execução do projeto.
- d) integrar esforços. Na maioria dos projetos, o escopo envolve o trabalho de profissionais de especialidades diferentes em diversas frentes simultâneas, sendo necessário um esforço para sincronização das atividades, evitando desgastes e desperdício de recursos.

- e) garantir a qualidade. Validar o cumprimento dos requisitos de qualidade e a aplicação de práticas adequadas, para garantir que os resultados alcancem os padrões definidos.
- f) conduzir as aquisições. Obter propostas, cotações e informações dos fornecedores, selecionar e contratar fornecedores para atender as necessidades do projeto.
- g) executar respostas aos riscos. As ações de tratamento dos riscos devem ser disparadas, cada uma ao seu devido tempo, bem como as ações corretivas e as ações preventivas decorrentes do controle do projeto.
- h) administrar expectativas e mudanças. Interagir com os principais stakeholders do projeto para identificar expectativas e atender às suas necessidades, resolver as questões que surgem e administrar as solicitações de mudanças junto às equipes.
- i) gerar resultados. Garantir que o trabalho produza as entregas previstas no planejamento e que o produto final do projeto esteja sendo efetivamente gerado conforme previsto, monitorando as equipes, e acompanhando seu desempenho.
- j) atualizar o plano de gerenciamento do projeto. Na execução das atividades são geradas novas informações, sendo necessário atualizar, detalhar e complementar o Plano de Gerenciamento do Projeto.

Podemos verificar que os aspectos citados acima necessitam de um apoio da ergonomia sob diversas visões, bastando para isso observar algumas “palavras chave” abordadas nesses itens: “Equipe, comunicar, estabelecer, integrar, qualidade, conduzir, riscos, expectativas, mudanças, resultados, gerenciamento”.

Identificar assim, alguns aspectos merecedores de um olhar da ergonomia, como: a questão da otimização da comunicação, e estabelecer laços entre os participantes, promovendo um trabalho cooperativos entre eles.

A questão dos métodos de trabalho, deve ser discutido e apoiado em função das necessidades de troca de informações, envolvendo habilidades e documentação. Questões de gestão devem ser observadas, quando tratamos do acompanhamento dos riscos, das aquisições e do alcance dos resultados pretendidos.

Um ponto importante também a observar aqui, é a necessidade do “ambiente” adequado. Nesse aspecto existem duas abordagens, a ergonômica, do ponto de vista

cognitivo, da relação humana, proporcionando bom relacionamento a ser acompanhado e do ambiente físico, com todo o necessário em termos de “hardware e software”, que será abordado mais adiante e em termos de instalações físicas como mobiliário e iluminação adequados, ambiente devidamente climatizado, enfim, aspectos observados pela ergonomia física (CIN UFPE, 2021).

Não podemos deixar de citar neste instante a importância de uma boa liderança, de uma gestão de recursos humanos adequada, que serão abordados no próximo capítulo.

Conforme visto acima, vemos a aplicação de três disciplinas da ergonomia, a física a cognitiva e a organizacional. Podemos finalizar esse comentário, na colocação onde fatores da “cultura organizacional”, com a abordagem da “missão, visão e valores” podem repercutir positivamente através da intervenção, ou o suporte, digamos assim, da ergonomia.

Da mesma forma a ergonomia de software poderá fornecer um conjunto de informações e requisitos que motivem os investimentos ao agregar seu conhecimento, tendo em vista os ganhos já citados com o desenvolvimento de um sistema adequado.

### 3.2.1.2 Ciclo de vida da aplicação

Do ponto de vista de ferramentas, a ergonomia organizacional incentiva o uso das tecnologias disponíveis como forma de dar atenção às questões de apoio ao bem-estar do indivíduo e trazendo resultados para a organização (LIMA, 2000). Durante as pesquisas, observamos uma ferramenta no artigo de Otibine, Kilwake, Mbuguah e Tsinale (2017), que visa dar apoio a fase de execução de um projeto de software.

A ALM (Application Lifecycle Management) fornece um ambiente de ferramentas integradas, processos e tecnologias de domínio destinadas a aumentar a consistência, previsibilidade e mensurabilidade do processo de desenvolvimento de software. Permite também, coordenar, gerenciar e mantendo em sincronia as diferentes atividades envolvidas, bem como fornecendo unificação e automação para cada um dos participantes e stakeholders, integrando as tarefas de desenvolvimento, colaboração, comunicação e gerenciamento de conhecimento e centralizando o gerenciamento de usuários, projetos e processos.

O ALM, segundo Macoratti (2021), refere-se à capacidade de integrar, coordenar e controlar as diversas fases de desenvolvimento de um software até a

entrega. Assim gerenciar o ciclo de vidas das aplicações é fazer a integração entre a necessidade de atender o negócio e a engenharia de software.

Assim, o ALM representa um único processo que abrange todos elementos envolvidos no processo de desenvolvimento de software, em um ciclo, oferecendo um trabalho contínuo e sempre com novos recursos.

De acordo com Noletto (2020), “o ALM garante que as etapas do ciclo de vida de um software sejam abrangidas por um único processo. Com isso, é possível aplicar um trabalho contínuo, que viabiliza a melhoria da integração entre pessoas, ferramentas e procedimentos”.

Macoratti (2021), cita ainda que, como resultado, este processo moderno, exibe o desenvolvimento de software como uma série de iterações. Cada iteração, contém sua própria definição de requisitos, design, desenvolvimento, qualidade e atividades de teste de segurança, ou seja, “mini” ciclos dentro de uma etapa, oferecendo assim subsídios para uma entrega à etapa seguinte, com menor possibilidades de falhas.

Kordić, Husnjak e Grgurevic (2017), abordam a participação do usuário, sendo perceptível o resultado através do feedback, necessário como uma diretriz para a programação de atualizações.

Podemos ainda identificar alguns aspectos observados no artigo de Noletto (2020), na utilização do ALM, onde ações em sintonia com a ergonomia organizacional podem cooperar, como melhor alinhamento entre o software e os objetivos do negócio, como entregas de maior qualidade e em conformidade com as necessidades levantadas, e maior visibilidade dos fluxos de trabalho.

### 3.2.1.3 Recursos para o projeto

A alocação de recursos para um projeto é o termo utilizado para descrever o plano que uma empresa desenvolve para distribuir as ferramentas de que dispõe para elaborar e executar um projeto, sendo considerada uma atividade estratégica. Segundo Montes (2021), existem dois tipos de recursos: os recursos de equipe e os recursos físicos. Os recursos de equipe são os recursos humanos. Já os recursos físicos são os materiais, suprimentos, instalações e equipamentos necessários para a execução de um projeto.

Ao compor a equipe de um projeto, os indivíduos recebem atribuições e responsabilidades. Na etapa de planejamento, portanto, o gerente de projetos definirá

como os recursos físicos e de pessoas serão dimensionados, obtidos, alocados, gerenciados e controlados durante o projeto, (JUSTO, 2019).

O gerenciamento de recursos e pessoas, abordado pela ergonomia organizacional, tem um papel fundamental no sucesso da elaboração e execução do projeto, pois são fatores determinantes, uma vez que o projeto será “realizado por pessoas”, utilizando recursos disponíveis.

Segundo o (PMBOK, 2017), a documentação dos requisitos de recursos para cada atividade pode incluir a base de estimativa para cada recurso, assim como a determinação de quais tipos de recursos são aplicados, suas disponibilidades e o montante a utilizar.

A alocação e otimização de recursos é uma tarefa complexa porque os “recursos”, pessoas, equipamentos e insumos, são muitos, e utilizá-los adequadamente exige um bom planejamento para a sua aplicação. Segundo Justo (2019), o principal instrumento a ser consolidado nesta etapa é o plano de gerenciamento de recursos, que deve conter orientações sobre a classificação, alocação, gestão e liberação dos mesmos. A grande vantagem de documentar todos esses itens, afirma o autor é que, ao deixar claro quais as expectativas sobre o gerenciamento de recursos, para os stakeholders.

Quando voltamos para o tema da adequação ao trabalho, verificamos a necessidade de investimentos, para que o projeto seja elaborado, e principalmente executado com as condições adequadas, permitindo um bom desempenho dos participantes, bons resultados e conseqüentemente contribuir para um dos pontos primordiais de atuação da ergonomia: “o bem-estar do colaborador”.

Assim, a ergonomia no sentido da elaboração de um projeto ergonomicamente adequado, poderá influenciar nos investimentos para garantir as ações a serem recomendadas, como treinamentos, contratação de especialistas, contratação ou terceirização para a execução do projeto, além dos investimentos nos recursos de ambiente, conforme comentado. Uma vez que ao inseridos mais recursos a um sistema os custos de desenvolvimento aumentam, é necessário avaliar o custo/benefício e fazer as aplicações devidas de recursos no início do projeto.

A ergonomia organizacional poderá contribuir com subsídios que justifiquem os tais investimentos, para permitir a inclusão de determinados recursos ao sistema, com ênfase às “novas tecnologias” e “satisfação dos requisitos organizacionais”.

**DIRETRIZ 11**

Ergonomia organizacional poderá contribuir com apoio:

A Alocação de recursos deverá ser realizada com enfoque ergonômico sob a perspectiva da ergonomia organizacional, em atendimento as demandas especificadas no projeto, em trabalho junto à equipe de gestão.

**3.2.1.4 O cronograma**

A elaboração de um cronograma permite evidenciar todas as tarefas a serem cumpridas dentro de um determinado projeto, informando a data de início e fim, quanto tempo será necessário para o desenvolvimento de cada atividade. Também são documentados os recursos necessários para atingir as metas propostas, e seu planejamento adequado, aumentando as chances do projeto ser bem-sucedido (CAMARGO, 2019).

Tema bem abordado pelo Guia PMBOK, além de promover a organização, o cronograma é uma forma eficiente de aumentar a produtividade, uma vez que indica quando uma tarefa tem que ser iniciada e concluída, apresentando uma sequência lógica das atividades oferecendo condições para que as entregas sejam feitas dentro do prazo estimado.

O papel do cronograma em um projeto tem uma relevância em um projeto, estando relacionado diretamente com os requisitos organizacionais, abordados pela ergonomia organizacional, impactando na questão do gerenciamento de pessoas, onde pode ser apoiado com método de trabalho, gestão de recursos humanos e gerenciamento dos resultados para a organização. Ainda conforme o Guia PMBOK, os processos de gerenciamento do tempo do projeto interagem entre si e com os das outras áreas de conhecimento. Estes são os seguintes: definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar os recursos das atividades, desenvolver o cronograma, controlar o cronograma.

Segundo as orientações do Guia PMBOK, observadas em Camargo (2019), um gerenciamento de cronograma de projetos é realizado nas seguintes etapas:

**DIRETRIZ 12**

Gerenciamento de cronograma realizado nas seguintes etapas:

- a) Elaboração do plano de gerenciamento do cronograma;

- b) Definição das atividades do projeto;
- c) Sequenciamento das atividades;
- d) Estimativa da duração das atividades;
- e) Desenvolvimento do cronograma;
- f) Controle do cronograma.

Em seu artigo, Silva Júnior (2015), faz uma abordagem relativa ao gerenciamento do tempo, onde afirma que o mesmo está intimamente ligado ao desenvolvimento do cronograma do projeto, sendo aspecto que merece atenção, na medida em que se observa o crescimento de pesquisas nesta área, como a de Pinto (2009), que identificou que “entre os problemas mais frequentes nas organizações, o do não cumprimento dos prazos, está em segundo lugar, com 71%”.

O autor ressalta, ainda, que o gerenciamento do tempo pode ser desenvolvido por meio de softwares e ferramentas de gerenciamento de projetos referentes ao planejamento e monitoramento do cronograma.

A cultura organizacional novamente pode impactar, no sentido de adotar as “boas práticas” em sistemas, como já citado anteriormente, e a liderança terá um papel fundamental nesse processo, conduzindo o gerenciamento da execução do sistema e atuando para boa integração da equipe. Também a observação das normas e diretrizes deve ser estimulada, a exemplo do processo de execução citado no Guia PMBOK.

Novas técnicas de trabalho, incentivadas pela ergonomia podem ser adotadas, como citado anteriormente ao descrever a ALM, e reforça o aspecto de investir em atualização tecnológica para a equipe de desenvolvimento. A utilização de novas técnicas requer em paralelo o desenvolvimento de outras habilidades. A técnica ALM em questão necessita de total integração entre as equipes, pelo próprio conceito de sua aplicação, que envolve ciclos contínuo de implementação, testes e troca de informações, em um processo iterativo entre as equipes de trabalho.

### **3.2.2 Gerência de projetos**

A liderança constitui-se como estratégia fundamental na gestão de pessoas. Historicamente, cita Balducci e Kanaane (2007), tem-se constatado mudanças nas concepções de liderança, com fortes tendências para aquela que valoriza as

competências do líder em unir as pessoas, mobilizando-as e capacitando-as para o alcance de resultados.

A liderança emana do conhecimento, da perícia, das habilidades interpessoais e não da atuação da autoridade. Os líderes removem as barreiras que impedem as pessoas e as organizações de atingirem a excelência.

Em Russo (2008), identificou em suas pesquisas que todos os líderes mais efetivos tinham alto nível de habilidade identificada como Inteligência Emocional. O nível de inteligência emocional estava diretamente relacionado com o desempenho dos líderes.

No processo do trabalho, são os líderes que assumem papel de destaque, pois são aqueles que devem planejar, organizar, coordenar e acompanhar os esforços dos indivíduos e determinar o melhor caminho a seguir. É aquele que consegue a confiança da empresa a curto prazo e a confiança das pessoas a longo prazo.

As atribuições do gerente: um gestor de projetos é a pessoa que lidera a equipe, trabalhando em conjunto para atingir os resultados, onde a liderança é temporária, direcionada a um propósito específico. Para todo projeto, é necessário definir um gestor, que, deverá possuir ou desenvolver habilidades interpessoais e completar atribuições rotineiras de maneira satisfatória e dentro do prazo (DRUBSCKY, 2016). Toda organização ao definir um projeto, tem como meta que seus objetivos e metas sejam cumpridos satisfatoriamente. Para Reis, Fleury e Carvalho (2015), um conceito que considera o sucesso para um projeto é quando ele é concluído:

Dentro do Prazo (tempo);

Dentro do budget (custo);

De acordo com o escopo/especificações;

Ainda observado em Reis et. al (2015), os fatores de sucesso podem ser agrupados em fatores relacionados ao projeto, fatores relacionados à gestão de projetos e membros da equipe, e fatores relacionados ao ambiente externo. E ainda, de acordo com Bomfin, Nunes e Hastenreiter (2012), o gerenciamento de projetos deve ser capaz de detectar e controlar custos e prazos a fim de atender as expectativas da organização.

O gerente de projetos é a pessoa designada pela organização executora para atingir os objetivos do projeto, e entre as habilidades requeridas para se obter bons resultados, necessitando assim, de acordo com Silva (2014), atender aos seguintes requisitos:

### DIRETRIZ 13

O gerente deve ter as seguintes habilidades:

- Liderança; Motivador; Gestor de Conflitos; Comunicador e Gestor de Mudanças.

Neste caso, a ergonomia pode atuar através da gestão de recursos humanos, na seleção de pessoas, qualificação do gestor em si, e como apoio com diretivas para lidar com a equipe.

O Gerente de Projetos deve desenvolver “Habilidades de Liderança”. Ele deve procurar estudar e compreender os comportamentos e as motivações das pessoas, pois o sucesso ou o fracasso do projeto está ligado diretamente a atuação da equipe. Afirma ainda Sardinha e Oliveira (2018), que o líder deve também ter uma visão global, conhecer a cultura organizacional e desenvolver as competências emocionais. O gerenciamento das “partes interessadas”, ou *stakeholders*, observamos ainda no Guia PMBOK, onde inclui os processos exigidos para identificar todos os impactados pelo projeto, as pessoas, grupos ou organizações, analisar suas expectativas, e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o engajamento eficaz de todos nas decisões e execução do projeto.

#### 3.2.2.1 Pessoas com habilidades em gestão de projetos

A cada novo projeto, uma organização necessita de um gerente de projetos em seu ambiente para que suas atividades se desenvolvam. Para esse gerente serão requisitadas habilidades para a relação com a equipe, através de uma comunicação efetiva. De acordo com Espalor (2021), requer habilidade cognitiva, de percepção, discernimento e julgamento para dirigir efetivamente um projeto em um ambiente em constante mutação e evolução.

Essas competências, ou habilidades, segundo Camargo (2019), são conhecidas como *soft skills*, são habilidades subjetivas, de difícil identificação e diretamente relacionadas à inteligência emocional das pessoas, normalmente, adquiridas por meio das experiências vivenciadas ao longo do tempo.

*Soft skills*, afirma ainda o autor é um termo usado por profissionais de recursos humanos para definir habilidades comportamentais, competências subjetivas

relacionadas com a personalidade e com a forma como o ser humano interage com o outro e com a sociedade. Algo que é inato e transcendem o conhecimento teórico e técnico em diferentes áreas de saber.

Ainda sobre a questão das competências, Mei (2018) cita o PMCDF Project Management Competency Development Framework – PMCDF (PMI, 2007), cujo objetivo é fornecer uma estrutura para a definição, avaliação e desenvolvimento das competências dos profissionais para lidarem com o gerenciamento de projetos.

#### **DIRETRIZ 14**

Competências gerenciais necessárias para os gerentes de projetos:

- Competência de conhecimento: Quanto o profissional tem o conhecimento dos processos, ferramentas e técnicas destinadas à execução das atividades relacionadas;
- Competência de desempenho: Representa a forma de como o profissional aplica o conhecimento gerencial para atingir os objetivos do projeto;
- Competência Pessoal: Corresponde ao comportamento, atitudes e influências culturais ao desempenhar as atividades no contexto do gerenciamento de projetos.

Ainda no artigo de Mei (2018), segundo o PMCDF Framework, para ser plenamente reconhecido, um gerente de projetos, precisa atender cada uma dessas três competências, uma vez que a atividade de gerenciamento de projetos é uma atividade profissional orientada a pessoas.

De acordo com Camargo (2019), as competências “soft skills” são muito requisitadas para qualquer tipo de cargo e também variam de acordo com a área, sendo algumas: comunicação, organização, trabalho de equipe, pontualidade, pensamento crítico, sociabilidade, criatividade, comunicação interpessoal, adaptabilidade e personalidade amigável.

Da mesma forma, Continho (2020) descreve as habilidades essenciais para um gerente de projetos:

**DIRETRIZ 15**

Habilidades essenciais para um gerente de projetos:

- ser capaz de se comunicar bem; ter liderança, a capacidade que alguém tem de, por meio do respeito, confiança e conhecimento, inspirar e guiar pessoas;
- lidar com todas estas informações dos processos e, ainda, com preocupações constantes, é preciso saber como organizar todas essas variáveis;
- Conseguir avançar o projeto de forma adequada é preciso que o gestor de projetos seja disciplinado;
- lidar com situações de conflito durante as etapas do projeto e precisa ser capaz de gerenciá-los;
- capaz de lidar com situações de crise;
- dominar a habilidade de ser objetivo e também de se comunicar objetivamente;
- tomar postura proativa. Portanto, ele sempre deve se antecipar para resolver impasses e dilemas e guiar sua equipe de projetos na resolução dos mesmos;
- Ter uma visão global do projeto se faz de extrema importância e é necessária para qualquer gerente de projetos qualificado;
- Ter Empatia: A capacidade de colocar-se no lugar de outra pessoa, visando compreender seus sentimentos e emoções.

Existem algumas habilidades que segundo visto em Guimarães (2018), os indivíduos precisam aprimorar. São características que podem ser adquiridas com o passar dos anos de trabalho, desde que haja uma verdadeira percepção. Em Martins (2019), essa característica da percepção é apresentada, e poderemos identificar correlação dos aspectos cognitivos e a profundidade da percepção, em diversas formas nas habilidades observadas por Guimarães (2018), conforme abaixo:

**DIRETRIZ 16**

Outras habilidades do gerente segundo senso comum:

- **Comunicação eficaz:** É indispensável ter a capacidade de se fazer entender de maneira clara e eficaz. Comunicar ressalta, é também saber ouvir atentamente e contextualizar o que é transmitido. Essa habilidade é observada em praticamente todo o contexto desta pesquisa.
- **Empatia:** Tratar todos com respeito e educação, principalmente em situações mais difíceis. Dessa maneira, é possível criar espaço para pedir e dar feedbacks, ferramentas fundamentais para o crescimento profissional.
- **Colaboração:** A colaboração é fundamental para o clima organizacional. Um ambiente de trabalho colaborativo é mais saudável para os colaboradores e ajuda no estreitamento das relações entre eles.
- **Resiliência:** A resiliência é necessária, principalmente, em momentos de crise. Entender como superar as adversidades e, muitas vezes, recomeçar, demonstra maturidade e força. Normalmente requer tempo e experiência para se desenvolver.
- **Trabalhar sob pressão:** Mesmo nos melhores ambientes de trabalho, por algumas vezes, acontecem situações inesperadas que exigem muito equilíbrio emocional para que o rendimento e os resultados não sejam afetados.
- **Relacionamento interpessoal:** Além das relações necessárias e estabelecidas dentro da própria equipe, uma boa conexão entre colaboradores de diferentes áreas ajuda a atingir melhores resultados.
- **Negociação:** Buscar atingir objetivos que satisfaçam as duas ou mais partes envolvidas. Para isso, essas partes devem ter um mesmo propósito final, e conseguir chegar a um acordo em afetar a relação pessoal. É preciso saber conduzi-las com naturalidade e estratégia.
- **Liderança:** Exercer uma boa gestão de pessoas implica saber motivar e engajar as pessoas da equipe, identificando as melhores competências de cada um, sabendo aplicá-las em favor das metas estabelecidas.
- **Visão geral:** Ter uma real dimensão do todo, mostra que o profissional está integrado com a dinâmica da empresa, seus objetivos e sua metodologia. Essa é uma ferramenta muito importante na hora de propor mudanças ou criar expectativas, pois causa impacto em toda a estrutura organizacional.

- **Ética:** Desenvolvida ao longo da vida, é formada por valores individuais e coletivos, sendo um diferencial bastante importante, principalmente no meio corporativo. Em um cenário ideal, é ela que dá a sustentação para que as outras *soft skills* se desenvolvam.

### 3.2.2.2 Participantes do projeto: habilidades soft e hard

Os *soft skills* também chamadas habilidades “leves” dizem respeito a capacidade de relacionamento com as pessoas. São competências, relata O’Keeffe (2021), relacionadas ao comportamento do indivíduo, muito mais atreladas à personalidade e às experiências, do que à formação profissional.

Em um artigo sobre as habilidades “*soft skills*” Sgobbi e Zanquim (2020), apud Lopes (2000), e Cabral-Cardoso, Estévão e Silva (2006), citam que o conceito de *soft skills* foi introduzido por Robert Mertens, sob a designação “competências-chave”, e refere-se às habilidades não relacionadas com a formação ou a função técnica desempenhada por uma pessoa.

Nesse sentido, pode-se apontar como habilidades e competências comportamentais, àquelas relacionadas à comunicação, pensamento crítico, criatividade, empreendedorismo, resolução de problemas. Sgobbi e Zanquim (2020) ressaltam ainda em seu artigo, que os *soft* têm grande impacto nas startups, onde a busca por profissionais que tenham compromisso com a cultura organizacional, permitindo uma gestão seja mais dinâmica com facilidades de obter melhores resultados.

### 3.2.2.3 Contratação de outsourcing

A palavra *outsourcing*, significa a utilização de profissionais contratados através da terceirização de serviços junto a uma empresa especializada. Ao invés de contratar uma equipe para fazer parte do time interno, utiliza-se os conhecimentos desta equipe externa (CAMARGO JUNIOR; PIRES, 2017).

Esta ferramenta administrativa a partir dos anos 90, começou a assumir papéis importantes na execução de alguns setores ou atividades-meio da organização moderna, segundo Almeida, Almeida e Cabral (2015), em função da preocupação das

organizações em reduzirem o tempo com atividades-meio para realizarem um trabalho eficiente e eficaz em torno do objeto central do negócio.

### **DIRETRIZ 17**

Posturas:

- **Gestão correta do sistema:** com uma equipe de profissionais especializados, atuando em suas funções, é possível implantar um serviço de excelência, focando no objetivo do serviço contratado e aplicando as melhores e mais atuais práticas de mercado.
- **Prioridade no objetivo fim da organização:** Tudo que não faz parte do “core business” pode facilmente ser delegado e terceirizado, para garantir que a atenção não perca o foco daquilo que é o mais importante.
- **Flexibilidade:** Outro benefício na utilização das empresas de outsourcing é que a contratante ganha maior flexibilidade. Em função da necessidade, basta alterações no contrato, aumentando ou reduzindo o quadro ou o escopo contratado.
- **Agilidade na correção de falhas:** A disponibilidade de especialistas, sempre à disposição para atuar de forma rápida e eficaz é essencial, podendo atender às demandas inesperadas nos momentos de necessidade.
- **Foco na estratégia:** Quando os gestores não precisam se preocupar com questões de gerenciamento de pessoas, podem focar na estratégia da empresa, permitindo assim melhorar a qualidade do trabalho da organização de modo geral.
- **Redução de custos e aumento na produtividade:** O outsourcing também pode ser financeiramente mais vantajoso, já que o custo de manter uma equipe interna pode acabar sendo maior. Evita-se assim custos com a contratação de profissionais, treinamentos e equipamentos.

Com base nas informações da pesquisa realizada nesse contexto da gestão de projetos, pode-se concluir que o gerenciamento é uma ferramenta imprescindível para o desenvolvimento das organizações, observando principalmente os aspectos humanos. A gestão de projetos, como observamos neste capítulo, está diretamente relacionada às habilidades humanas para obter bons resultados. Neste tema, a

ergonomia pode contribuir fortemente, com avaliação das equipes, identificação de qualificações necessárias na área, e dar ênfase às questões de liderança e trabalho em equipe.

### 3.3 CENÁRIO

O desenvolvimento da organização requer ações dinâmicas no sentido de estar sempre observando e avaliando o cenário em que se encontra. Desta forma será possível avaliar as informações, as variáveis que formam a base para a realização de planejamentos.

Nesse contexto, são realizadas as modelagens dos negócios a serem conduzidos pela organização. Isso permite a construção de um escopo que desencadeia uma série de processos como levantamento de requisitos, sua avaliação e validação, a serem utilizados como base para os sistemas a serem desenvolvidos.

As funcionalidades necessárias são aqui explicitadas, e todos os detalhes operacionais elicitados. São ainda considerados os limites do projeto, a partir das definições realizadas através de abstrações e o conhecimento do problema.

São realizadas aqui também a análise de viabilidade e riscos envolvidos para elaboração do sistema. A validação dos requisitos é aqui um aspecto fundamental, para certificar que as necessidades estão sendo todas consideradas.

#### 3.3.1 Modelagem do negócio

De acordo com definição do SEBRAE (2015), “o modelo de negócios é a forma como a empresa cria, entrega e captura valor”. Sendo assim, o modelo dependerá da sua proposta de valor e das características da empresa.

Em D'Andrea e Meirelles (2018), citam que um bom modelo deve prever a resposta a duas questões: quem é o cliente, o que ele valoriza e como se pode entregar valor para o cliente a um custo adequado. Para Osterwalder, Pigneur e Tucci (2005), modelos de negócio estão relacionados com tecnologia. Desta forma, o termo modelo de negócio está intrinsecamente relacionado também à inovação, uma vez que as novas tecnologias de informática e comunicação geram a necessidade de constantes reavaliações dos modelos de negócio utilizados pelas empresas.

A evolução da tecnologia, da internet, do poder de armazenamento e processamento de dados, com consequentes melhorias e significativos aumento de volume nas informações geradas, e são alguns dos fatores responsáveis pelas constantes necessidades de mudanças de formas de trabalho e principalmente cultura nas organizações, e no mundo dos negócios (DIAS JÚNIOR, 2010).

Neste cenário, se não conhecemos o negócio do nosso cliente, não poderemos aplicar a tecnologia para construir sistemas adequados para sua organização, correndo o risco de não atendermos às suas expectativas, e de não agregarmos valor nenhum ao seu negócio.

No contexto da ergonomia organizacional, existe o enfoque em modernização da organização e apoio às questões de gestão. Cabe aqui um enfoque nas questões de cultura organizacional, e nas questões sociotécnicas a considerar nas estratégias organizacionais.

Por outro lado, o da ergonomia de software com critérios para boa usabilidade que necessitam de uma visão crítica do contexto das metas da organização. Daí, antes de começarmos projetos, devemos lembrar que os Sistemas de Informação gerados a partir desses projetos serão utilizados por diversos tipos de pessoas, em diversos tipos de cenários e fundamental o equilíbrio do conhecimento do que será feito, por parte de quem desenvolve o sistema e por quem vai utiliza-lo.

Cabe assim, aos desenvolvedores, o desafio de construir sistemas que possam ser utilizados baseados no conhecimento do negócio. De forma intuitiva e natural, independente da circunstância em que vierem a ser usados, facilitando o entendimento do mesmo, além de agregarem valor ao dia-a-dia dos seus usuários. Fica aqui o desafio para o enfoque ergonômico contribuir com esses aspectos.

Assim, antes de pensarmos no software que será desenvolvido, precisamos entender o domínio do negócio de que este software fará parte e, o mais importante, construir uma visão crítica geral sobre o mesmo. Através dos dados assim obtidos, poderemos encontrar a melhor maneira de aplicar a tecnologia, de acordo com as necessidades impostas pelo domínio e expectativas do cliente (DIAS Jr., 2010), onde novamente citando a ergonomia organizacional, contribuirá nas questões de adequação ao processo.

O Modelo de Negócio ou Canvas, como também é conhecido, é um instrumento que ajuda a iniciar bem um empreendimento. Desenvolvido pelo suíço Alex Osterwalder o modelo tem o objetivo de descrever todos os elementos e fases que

compõem um empreendimento, proporcionando a integração da organização, facilitando o entendimento completo de um negócio (SEBRAE, 2015).

De acordo com o criador da ferramenta, entre os componentes centrais para o modelo de negócios, estão: a área de atuação dos clientes, práticas a adotar para agregar valor, atividades principais, fontes de recursos e custos.

O principal benefício do modelo é a sua simplicidade e rápida implementação, proporcionando uma visualização completa dos processos da organização.

### **3.3.2 Definição do Escopo**

O Escopo de um Projeto, independentemente de seu objetivo, é a descrição do trabalho necessário para entregar aquilo que foi pedido pelo cliente, seja um produto, serviço ou resultado. De acordo com Camargo (2021), o escopo do projeto é parte do planejamento que envolve a determinação e documentação de uma lista de objetivos específicos do projeto, entregas, tarefas, custos e prazos. Segundo Medeiros (2011), o escopo do projeto é fundamental para auxiliar a tomada de decisões durante execução do projeto, ou seja, é um termo do gerenciamento com os objetivos já definidos e os requisitos necessários para completar um projeto.

A ergonomia organizacional considerando o aspecto da visão como macroergonomia, tem uma preocupação com as novas tecnologias e gerencia das atividades, e como veremos a seguir, uma definição do escopo bem definida e orientada será fundamental para o alcance dos objetivos organizacionais pretendidos com o projeto (SOUZA, 1994). É importante mencionar que nesse momento, lembramos ao ver em Wazlawick (2013), que, normalmente, ainda não foi feita uma análise de requisitos, portanto as informações contidas inicialmente no escopo são fruto de entendimentos prévios. Entende-se que a análise de requisitos que virá depois deverá aprofundar o escopo, portanto, o planejador de um projeto deve estabelecer quais são seus objetivos finais. O produto nem sempre é apenas o software funcionando; outros elementos costumam ser necessários e desejáveis.

Conforme o Guia PMBOK, onde afirma que: “definir o escopo é o processo de desenvolvimento de uma descrição detalhada do projeto e do produto, cujo principal benefício descrever os limites do projeto, serviços ou resultados, e os critérios para aceitação”. No artigo de Jordão, Pelegrini, Jordão e Jeunon (2015), é visto que, um

projeto bem-sucedido seria aquele cujo escopo inicial foi cumprido, que foi no prazo estipulado e que teve os custos decorrentes da sua execução dentro do orçado.

Podemos identificar a relevância desse tema ao observarmos no Guia PMBOK, onde cita que é no escopo que se define claramente o que está e o que não está incluído no projeto e se controla o que é adicionado ou removido ao longo do caminho, tratando os fatores que podem resultar em mudanças não previstas.

Sem a definição do escopo, portanto, não se pode estimar o custo e o tempo demandados pelo projeto (CAMARGO, 2021). Cabe aqui, importante ressaltar, ainda conforme visto em Medeiros (2011), que, em um estudo realizado pelo Standish Group Internatioanl, o “Chaos Report 2009”, apenas 32% dos projetos foram entregues no prazo e nas condições estabelecidas. Não só a definição, mas a gerência do escopo pode fazer um papel decisivo e veremos como a ergonomia pode ajudar nestes aspectos.

Nesse sentido, a gerência do escopo durante a execução do projeto, exige uma boa e clara comunicação, para garantir que os membros da equipe compreendam e estejam de acordo com a forma como serão cumpridas as metas preestabelecidas. Cabe aqui novamente uma clara situação da atuação da ergonomia, pois em um cenário onde ocorre a falta de comunicação, o escopo deixa de ser atualizado em tempo, afetando diretamente os custos e perturba o cronograma, causando perda de recursos, tempo, e até o desgaste da motivação da equipe.

No quadro 6, abaixo, estão evidenciados os itens mais relevantes relativos à questões da definição e gerenciamento do escopo do projeto, e as ações do ponto de vista da ergonomia, que pode intervir, colaborando com medidas que tragam melhores resultados.

Quadro 6 – Escopo do Projeto

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
Importância da definição do escopo do projeto;	Cultura organizacional;
Processo de definição do escopo;	Interesses organizacionais;
Identificação dos participantes;	Gerencia de recursos humanos;
Envolvimento das equipes;	Trabalho cooperativo;
Gerenciamento do escopo;	Métodos de Trabalho;
Troca de informações;	Métodos de Trabalho;
Elaborar a EAP;	Métodos de Trabalho; Trabalho em equipe;

Importância da EAP;	Cultura organizacional;
Mudanças no escopo; Motivação da equipe;	Métodos de Trabalho;
Elaboração de documentos;	Métodos de Trabalho;

Fonte: o autor (2021)

Uma vez evidentes as vantagens de uma boa definição de escopo de um projeto, podemos identificar a necessidade de relevar esse aspecto na cultura organizacional. Como já exemplificado antes nessa pesquisa, determinados aspectos impactantes nos objetivos da organização devem ser levados em conta em sua cultura, para que se torne algo natural a ser abordado. As especificidades e detalhes do escopo e da EAP (estrutura analítica do projeto) estão descritas no apêndice G.

### 3.3.3 Definição dos requisitos do sistema

A principal medida de sucesso de um sistema de software é o quanto que ele atende ao propósito para o qual foi pretendido. As falhas em requisitos, em determinar as necessidades do usuário, estão entre as principais razões para o fracasso de um software, normalmente induzidas por motivos, os quais destacam-se os requisitos mal interpretados, requisitos mal expressos, requisitos mal dimensionados e a dificuldade para lidar com alterações nos requisitos durante o processo. (BASHAR; EASTERBROOK, 2000)

Em termos gerais, os requisitos de sistemas de engenharia de software é o processo de descobrir esse propósito, identificando as partes interessadas e suas necessidades, e documentá-los de uma forma que seja passível de análise, comunicação e posterior implementação. Deve ser dada uma atenção relativa à funcionalidade e os serviços do sistema, ou seja, as funções que o sistema deve fornecer para o cliente e como o sistema se comportará em determinadas situações (GASPAR, 2021).

Este capítulo trata de um dos pontos cruciais do desenvolvimento dos sistemas, que é o levantamento das necessidades do cliente e as especificações do que o sistema deve fazer, conhecida na área de software como levantamento ou elicitación de requisitos (MOTTA, 2016). Como veremos a seguir, é uma etapa de fundamental

importância no desenvolvimento de software, pois a partir dos dados obtidos é que serão definidas as tarefas das demais etapas e como o sistema deverá funcionar. Durante a descrição da pesquisa, serão considerados os aspectos da visão da ergonomia.

O tema relativo ao levantamento de requisitos foi tão desenvolvido que hoje uma área específica da engenharia trata dessa abordagem de forma específica, conforme visto em Brooks (1987), a Engenharia de Requisitos. Com inúmeros detalhes e considerações, vamos abordar os temas que achamos mais relevantes, onde os olhares da ergonomia poderão contribuir para melhores resultados.

O conceito de requisitos de um sistema, refere-se às necessidades dos clientes para um software, que serve para uma finalidade determinada, descrevendo as informações do que o sistema deve fazer, os serviços que ele oferece, os recursos e as limitações de seu funcionamento (SUMMERVILLE, 2011). O processo sistemático do levantamento, ou desenvolvimento dos requisitos, deve ser realizado de modo interativo, cooperativo na análise do problema, com registro das características observadas.

Essa atividade, denominada Engenharia de Requisitos corresponde a uma parte importante no processo de engenharia de software, e cada vez mais as organizações investem no desenvolvimento das técnicas relacionadas ao tema (COSTA, 2018).

A primeira etapa corresponde ao levantamento, onde serão identificados os requisitos do sistema, deve ter uma atenção especial no tocantes aos procedimentos e conhecimento das boas práticas e, acima disso, ter métodos que garantam que tais diretrizes serão cumpridas (PMBOK, 2017; SWEBOK, 2014). Cabem aqui, portanto, ações sob a ótica da ergonomia, no sentido de propiciar o estabelecimento de uma cultura de aplicação das boas práticas em tecnologia da informação, além como aplicar ações a nível de gestão para garantir a aplicação dos procedimentos adequados.

#### 3.3.3.1 A Importância do levantamento de requisitos

Como citado anteriormente, a especificação adequada para o sistema, requer que o levantamento e definição dos requisitos seja feita de forma a garantir que a especificação final atenda às necessidades da organização.

Em Brooks (1987) temos uma consideração que achamos bastante representativa, após observar o tema em inúmeros artigos, que podemos considerar durante todo o contexto desse projeto, relativa à dificuldade em definir precisamente o que será desenvolvido. Nenhuma outra parte do trabalho é tão possível de ocasionar erros no sistema como essa, reforça novamente o autor.

O “efeito colateral” que uma especificação mal concebida vai acarretar durante o decorrer das demais etapas do processo de software, poderá ser percebido com mais detalhes a seguir.

Em Nielsen (1993), vemos uma outra importante abordagem da importância a considerar nessa etapa, onde ressalta a participação de usuários experientes. Em Tran (2019), define-se os requisitos como “Os Requisitos das Partes Interessadas”, pois descrevem o que os usuários fazem com o sistema, e as atividades que os usuários devem ser capazes de realizar. Ressalta ainda o processo incremental da negociação com os stakeholders para definição dos, frequentemente chamados de necessidades do usuário ou requisitos do usuário.

Entra em cena a necessidade da habilidade da negociação, e o uso dos conceitos e pressupostos da ergonomia organizacional, no tocante a questão da comunicação interpessoal, com a identificação dos soft skills (SGOBBI E ZANQUIM, 2020), como parte fundamental do processo de negociação, com suas habilidades de negociação e trabalho em equipe.

No SWEBOK (2014), podemos ver essa questão, onde cita, que durante a fase de definição de requisitos os desenvolvedores interagem com os stakeholders utilizando documentação, por meio da observação e através de entrevistas, podendo ainda utilizar cenários ou protótipos para ajudar na compreensão do que o sistema vai ser. Da mesma forma, Sommerville (2011) afirma que no processo deverão ser realizadas reuniões para negociações regulares com os stakeholders, de modo que os compromissos possam ser cumpridos. Inevitavelmente, as opiniões sobre a importância e prioridade dos requisitos são diferentes e, por vezes, essas opiniões são conflitantes.

É completamente impossível satisfazer a todos os stakeholders, e aqui cabe a intervenção ergonomia, na negociação dos conflitos, pois se não forem bem resolvidas as diferenças entre as partes, e suas opiniões não foram devidamente consideradas, poderão levar ao fracasso o processo do levantamento de requisitos. Um dos atores importantes nesse processo são os soft skills, pela sua capacidade de

bom relacionamento e habilidades de comunicação e negociação. Nesse sentido, Penhaki (2019) evidencia a importância de sua inclusão nos processos de gestão de pessoas.

Uma especificação de requisitos bem elaborada é uma condição para se obter um software de qualidade, segundo observado em Costa (2018), embora não seja garantia disso, sendo assim necessário, em paralelo, atividades relacionadas à garantia da qualidade.

### **DIRETRIZ 18**

A produção de requisitos, baseia-se em realizar as quatro atividades a seguir:

- **Levantamento:** Através de trabalho conjunto entre os desenvolvedores e os clientes, são relacionados os requisitos do software.
- **Registro:** uma vez identificados e negociados, os requisitos devem ser documentados para servir de base para as próximas etapas do processo de desenvolvimento.
- **Verificação:** examina a especificação do software de forma a assegurar que todos os requisitos foram definidos sem inconsistências ou omissões, detectando e corrigindo possíveis problemas não observados anteriormente.
- **Validação:** é a atividade que obtém a aceitação do cliente dos requisitos que foram especificados.

A Engenharia de Requisitos reúne, um dos mais importantes conjuntos de atividades a serem realizadas em projetos de desenvolvimento de software, pois além das questões relativas às especificações para atender as necessidades dos usuários, outros fatores organizacionais têm de ser considerados.

Cabe aqui à ergonomia organizacional através de suas ações na abrangência das questões de gestão considerar aspectos como os objetivos, missão e visão da organização, regras do negócio, política, cultura e estratégia organizacional, entre outros. E em especial os aspectos sociotécnicos, de acordo com observado em Cukierman (2007).

É importante também salientar a relevância das relações humanas, da qual a Engenharia de Requisitos depende muito, em função da interação entre os desenvolvedores de sistemas, stakeholders, usuários além das pessoas que

efetivamente estão envolvidas com o processo de trabalho da organização. O sucesso dessa relação, onde a ergonomia pode contribuir significativamente, para minimizar as falhas no processo de definição dos requisitos.

Reinert (2013), reforça a compreensão do levantamento dos requisitos como uma etapa fundamental no desenvolvimento de um software, pois a compreensão dos mesmos definirá o rumo do projeto. Um software mal analisado não atenderá às expectativas do cliente e trará dificuldades para o desenvolvedor e comprometendo o resultado do projeto.

### 3.3.3.2 Obtenção de requisitos precisos

De acordo com visto em Dourado (2014), a etapa de levantamento de requisitos é uma tarefa de natureza investigativa, requerendo boa integração entre o desenvolvedor e o cliente, nas ações para identificar suas reais necessidades. Para a obtenção de requisitos precisos a descrição deve ser concentrada em caráter subjetivo dessa atividade, sendo uma das tarefas mais críticas do planejamento do projeto de software, exigindo habilidades cognitivas dos participantes (NOGUEIRA, 2003).

A referência à “obtenção de requisitos precisos” será vista mais adiante na análise de viabilidade. Podemos ver no momento, como as etapas do processo de software são interligadas, extremamente influenciadas pelas demais e com total dependência do aspecto da boa interação humana. As habilidades cognitivas incluem a percepção, a comunicação com os usuários e a capacidade de registrar as informações percebidas para servir de base para os processos seguintes (GUIZZE; VIDAL; BONFATTI, 2007).

Um dos principais fatores de sucesso para a obtenção de requisitos precisos, ainda segundo Dourado (2014), está na capacitação técnica do desenvolvedor, as denominadas *hard skills* (SGOBBI; ZANQUIM, 2020).

Através das ações ergonômicas, como participação dos “*soft skills*”, na contratação de especialistas, formação de pessoal, trabalho participativo juntos aos usuários, será formada uma equipe com um bom nível de conhecimento prático, que tenha um forte embasamento teórico e terá capacidade em avaliar aqueles requisitos que realmente serão importantes e fundamentais para a elaboração do sistema. Isso

tudo embasado pelo conhecimento das boas práticas em engenharia de software, e das disciplinas da ergonomia (SGOBBI; ZANQUIM, 2020).

O levantamento de requisitos pode ser realizado através de várias técnicas e, de acordo com Zowghi (2005), algumas são mais amplamente utilizadas e descritas na literatura atual, conforme a seguir:

### **DIRETRIZ 19**

O levantamento de requisitos:

Entrevistas, questionários, análise de tarefas, análise de domínio, introspecção, trabalho em equipe e debate, com reuniões colaborativas, workshops de requisitos, etnografia, onde é realizado o estudo das pessoas em seu ambiente natural para coleta de informações sobre as operações que estão sendo realizadas.

A observação, prototipagem, fornecendo protótipos aos interessados, cenários, amplamente utilizados na elicitação de requisitos, também são observados em Zowghi (2005).

Os projetos participativos são um tema bastante abordado pela ergonomia organizacional, sendo uma ferramenta de apoio em diversas situações em que a relação entre os colaboradores seja importante, como no caso visto anteriormente, como também abordado em Martins (2019), nas questões de relações humanas (ERGOTEC, 2021).

#### **3.3.3.3 Definir a equipe que vai gerenciar o levantamento de requisitos**

Após um estudo inicial de viabilidade, a próxima etapa do processo de engenharia de requisitos é a denominada elicitação e análise de requisitos. De acordo com Sommerville (2011), nessa atividade, os engenheiros de software interagem com clientes e usuários finais do sistema para obter informações sobre as necessidades da aplicação, os serviços que o sistema deve oferecer, os recursos necessários, limitações e especificações de hardware e assim por diante. A definição da equipe é um ponto crucial nessa atividade, pois a necessidade de fatores técnicos, como conhecimento e experiência – hard skills, associado às habilidades de comunicação e aspectos cognitivos na percepção das necessidades do cliente – soft skills, podem envolver diversos tipos de pessoas em uma organização. A ergonomia cognitiva pode

influenciar neste aspecto, abordando aspectos da relação humana. (OLLÄY; KANAZAWA, 2020)

Os requisitos levantados nessa etapa inicial vão refletir na funcionalidade do sistema, sendo, portanto, fundamental as definições realizadas serem consistentes e válidas. A figura do stakeholder é que tem alguma influência a nível de definições sobre os requisitos do sistema. No grupo dos *stakeholders* estão incluídos usuários, que de acordo com Summerville (2011), irão interagir com o sistema, cujas características finais fará que qualquer outra pessoa em uma organização seja impactada por ele.

A questão da participação do usuário nesta etapa é de extrema importância, apoiada pela ergonomia de software com o conceito *user experience*, contando com a experiência dos usuários no processo para indicar as necessidades do sistema e para apoiá-lo quando pronto (HARTSON E PYLA, 2012). Ainda outros participantes e colaboradores do sistema, podem ser os engenheiros que estão desenvolvendo outros sistemas relacionados a esse, como também gerentes de negócios, e consultores de sistemas, em ação apoiada pela ergonomia organizacional, com a contratação de especialistas.

Importante a observação de Nielsen (1993), que como parte das ações para um levantamento de requisitos com bons resultados, esteja incluir na equipe usuários experientes, porém, o conceito de "usuário" deve ser definido para incluir todos cujo trabalho é impactado pelo sistema de alguma forma, incluindo os usuários do produto final, podendo ou não serem usuários diretos do sistema, mas clientes dos produtos por ele gerados.

Também devem ser fortemente consideradas as habilidades de abstração, dos participantes no processo de elicitação dos requisitos, como método facilitador para compreensão do que o usuário necessita, mas ao mesmo tempo com a visão do realismo do que pode ou não ser considerado requisito "viável". A questão multidisciplinar volta aqui a ser considerada, pois são necessários nesse caso conhecimento e habilidades (MARTINS, 2019).

Observamos a importância de procedimentos e cuidados ao levantar os requisitos para um sistema. A ergonomia pode contribuir conforme podemos ver no quadro 7, a seguir:

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
Importância dos requisitos; Aplicação de conceitos de TI; Boas práticas em TI;	Cultura organizacional; Atualização tecnológica;
Equipe adequada;	Presença de Hard skills, Soft skills; Montar equipe adequada, identificar talentos e competências;
Definição dos requisitos;	Trabalho em equipe, projetos participativos; Participação usuários; Habilidades cognitivas, abstração, percepção, função executiva; Trabalho cooperativo; Habilidades de comunicação; - olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado
Importância dos stakeholders;	Satisfação dos requisitos organizacionais;
Relação hardware x homem x software;	Observar os aspectos sociotécnicos;
Confiabilidade, precisão ao definir os requisitos; Documentação clara e consistente;	Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais, tecnológicos, sociais e individuais; Qualidade;
Gerenciamento dos requisitos;	A abrangência das questões de gestão; Métodos de Trabalho;

Fonte: o autor (2021)

Vemos aspectos mais relevantes observados no contexto dos requisitos, onde os conceitos da ergonomia podem contribuir, como a necessidade de uma revisão na cultura organizacional, ressaltando a importância dessa etapa, métodos para seguir as boas práticas em TI, formação das equipes adequadas com identificação dos talentos necessários em TI e nas questões sociais, a participação dos usuários e *stakeholders* no processo, trabalho colaborativo, cuidados ao elaborar uma boa documentação e negociação eficaz.

Um aspecto importante ainda a ser observado, é a definição do processo de gerenciamento dos requisitos a serem implantando, desde esse momento, para ser acompanhado durante todo o processo de desenvolvimento, em uma ação ergonômica com procedimentos e métodos de trabalho.

A questão da qualidade também precisa ser considerada como relevante, e aqui a ergonomia atua com apoio e conscientização da qualidade. Os requisitos de

software são a fundação a partir da qual a qualidade é medida, afirma Pressman (2016), a falta de conformidade com os requisitos é falta de qualidade.

A suplementação de definições de requisitos e seu gerenciamento estão registrados no apêndice H.

### **3.3.4 Validação de requisitos**

Validação de requisitos é a atividade onde se obtém a aceitação do cliente sob determinado artefato, ou seja, aprovar junto ao cliente os requisitos que foram especificados, sendo uma atividade que requer bastante atenção das partes envolvidas e definição de um processo de validação adequado e seleção dos participantes, a ser utilizado pela empresa. (COSTA, 2018)

Uma vez reunidos os requisitos, após sua elicitação, a equipe de análise categoriza e os organiza em grupos relacionados; compara cada um em relação aos demais; examina-os quanto à consistência, omissões, para que estejam de acordo com as normas estabelecidas para o processo, projeto e produto; e ordena-os com base nas necessidades dos clientes (PRESSMAN, 2016). De acordo com Summerville (2011), o custo para consertar um problema de requisitos por meio de uma mudança no sistema é geralmente muito maior do que o custo de consertar erros de projeto ou de programação.

O autor ressalta aqui novamente, a importância de sua boa gestão, cabendo ações ergonômicas no sentido da inclusão na cultura organizacional, novamente em questão, como forma de garantir sua conscientização nas equipes.

Assim sendo, ainda conforme visto em Summerville (2011), e Pressman, (2016), é importante a validação dos requisitos levantados, onde em geral, os seguintes aspectos são observados:

#### **DIRETRIZ 20**

Validação dos requisitos:

- verificações de validade dos recursos definidos;
- verificações de consistência;
- identificação e eliminação de redundâncias;

- verificações de completude se documento de requisitos inclui todos requisitos e restrições pretendidas pelo usuário do sistema;
- verificações de realismo, para assegurar que realmente podem ser implementados;
- consideração do orçamento e o cronograma para o desenvolvimento do sistema.

Será fundamental nesta etapa membros da equipe com habilidades de perceber a realidade dos requisitos apresentados, do ponto de vista técnico, operacional, de condições de prazo para implementar, enfim dos requisitos serem viáveis à circunstância do projeto. Envolve também a necessidade de pessoas com habilidade de negociação, de influência nas decisões para que estejam de acordo com os objetivos da organização.

O quadro 8, a seguir, apresenta os tópicos mais relevantes observados e as ações ergonômicas correspondentes:

Quadro 8 – Validação dos Requisitos

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
Importância da validação;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional;
Importância da validação com os stakeholders;	Equipe adequada; Participação do usuário;
Entendimento dos requisitos;	Percepção, Abstração;
Processo de validação;	Equipe adequada; O parecer de um especialista; Participação do usuário; Negociação; Trabalho cooperativo; Habilidades de comunicação; Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado
Documentação para equipe de desenvolvedores;	Métodos de trabalho; Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Qualidade;

Fonte: o autor (2021)

É ressaltada aqui a importância dos cuidados na execução do processo de revisão dos requisitos, pois falhas ocorridas aqui vão repercutir em todo o andamento do processo de desenvolvimento. Representará prejuízos nas etapas seguintes, com necessidade de alterações e mudanças no cronograma, fundamental portanto os stakeholders e usuários participarem nesse processo.

A suplementação da validação de requisitos e seu gerenciamento estão registrados no apêndice I.

### **3.3.5 Análise de viabilidade**

O estudo de viabilidade é um procedimento para prever o resultado de uma investigação ou avaliação de um plano de trabalho ou projeto. Esses estudos permitem investigar e avaliar a adequação sobre os requisitos que estão sendo considerados para o início do projeto. Os estudos de viabilidade são importantes e essenciais para auxiliar a gestão definir se o projeto proposto é viável ou não (MUKHERJEE, 2017).

Em Correia e Silveira (2009), são vistos os aspectos da ergonomia para contribuir com o atendimento às questões dos requisitos organizacionais. No caso, realizar ações, como a formação de equipe com os conhecimentos necessários para apoiar o estudo de viabilidade em questão, pois ainda conforme Mukherjee (2017), os estudos de viabilidade de negócios, é um fator crítico para o sucesso de projetos.

Uma das formas de atuação da ergonomia, é na identificação das competências, treinamento e contratação de consultorias quando necessário. Às vezes, percebemos que vários projetos não tiveram êxito devido a especificações ou considerações incorretas. Portanto, as características básicas em qualquer estudo de viabilidade devem ser garantir que estejamos trabalhando com informações precisas, demonstrativos exatos e os registros financeiros mais recentes.

Podemos ver como Madureira (2014), coloca essa questão em seu artigo, onde em um contexto organizado de condução de projetos, o estudo da viabilidade se segue à fase inicial de planejamento do projeto na qual objetivos técnicos, econômicos e financeiros terão sido consensualmente estabelecidos pela empresa.

#### **O processo de análise**

O Estudo da Viabilidade inicia-se pela explicitação dos requisitos e das funções a serem exercidas pelo sistema. Em seguida, serão propostas soluções possíveis para cada um desses requisitos, através de trabalhos em grupo e “brainstorming”. É nessa etapa que cabe às abstrações e o estímulo à criatividade é fundamental, para que a empresa proporcione aos seus colaboradores condições favoráveis às decisões. É uma situação comum em processos de software quando temos a união dos hard skills e soft skills com suas habilidades técnicas e interpessoais, respectivamente (NIELSEN, 1993).

Cabe aqui novamente a ergonomia organizacional incentivar formas de trabalho como o trabalho participativo, e na identificação de competências para formar equipes adequadas para esse estudo. No artigo de Fischer e Guimarães (2001), é abordado o tema da ergonomia participativa, onde propõe um modelo em que os colaboradores se envolvem nos trabalhos sobre as necessidades de transformação, nas intervenções ergonômicas, fornecendo às pessoas um sentimento de comprometimento com a cultura e metas da organização.

Um ponto que merece destaque nesse tema da viabilidade, são os cuidados com a elicitación dos requisitos, garantir que sejam bem elaborados e formação da equipe para todo o contexto do processo de software.

### **A importância da análise de viabilidade de um projeto**

Segundo o Dicionário Michaelis, viabilidade é a “qualidade ou característica do que é viável”. Segundo a mesma fonte, a palavra viável significa: “(...) que pode ter bom resultado; exequível, realizável. Passível de bom êxito”. Então podemos entender que análise de viabilidade de algo nada mais é do que a análise de como em nosso caso, o projeto, e o produto (um software), pode ser realizável, alcançando bons resultados e sucesso para a organização.

Nesse cenário, onde é planejado um projeto “bem-sucedido”, várias ações podem ser tomadas pelo gerente de projeto nesse sentido, observando os âmbitos técnico, organizacional e principalmente comportamental, conforme visto em Vasconcelos (2014), onde o fator humano é fundamental para o sucesso em um projeto.

O sucesso dos projetos também está diretamente relacionado com a capacidade que a organização tem de criar um ambiente adequado para os projetos, uma vez que muitas vezes o gestor do projeto não dispõe de autoridade suficiente para influenciar o sucesso dos resultados. Durante a análise de requisitos, ao avaliar

o realismo das necessidades descritas, e, ao se considerar o conhecimento das tecnologias existentes, Sommerville (2011), salienta que os requisitos devem ser verificados, para assegurar que realmente podem ser implementados, e que devem ser considerados no orçamento e no cronograma para o desenvolvimento do sistema.

A ergonomia organizacional tem como um dos focos, questões de gestão relativas a métodos, e procedimentos de trabalho, atuando nos processos de documentação, cabendo uma ação em ergonomia participativa, no processo de análise de viabilidade e de requisitos, pois ambos contribuem com ações e resultados decisivos ao sucesso do projeto (FISCHER; LIA, 2001).

De acordo com Pressman (2006) se o risco do projeto for grande, a viabilidade de se produzir um software de qualidade é reduzida. Quanto menor for a taxa de riscos em um projeto, maior a possibilidade de se produzir um software com qualidade, assim, recomenda o autor, para resolver essa questão um estudo de viabilidade deve ser elaborado (ARRUDA, 2011).

A viabilidade de um projeto deve ser analisada sob diversos aspectos, não apenas o financeiro, mais comumente citado, conforme observado em Oliveira (2020), o conceito de analisar a viabilidade de algo sob diversas perspectivas:

## **DIRETRIZ 21**

Analisar a viabilidade sob as perspectivas:

- Econômico-Financeira;
- Aspectos Tecnológicos;
- Legal;
- Operacional;
- Ambiental;
- Mercadológica;
- Política;
- Fiscal;
- De Localização;
- Social,
- Em Função Da Natureza Do Projeto

Ao mesmo tempo Oliveira (2020), afirma que são várias as razões que justificam a elaboração de análises de viabilidade, dentre elas podemos citar:

Captar e justificar os recursos; verificar e assegurar a viabilidade; analisar riscos e alternativas; avaliar a escolha da tecnologia; verificar detalhes operacionais; assegurar a legalidade; reduzir impactos ambientais. Oliveira (2020), destaca ainda que, a análise de viabilidade é utilizada para comparar as soluções propostas sendo confrontadas dentro de cenários previamente definidos, de forma a possibilitar a escolha da alternativa que possa melhor atender as expectativas da organização, reduzindo assim os riscos, e otimizando a aplicação dos recursos. Basicamente as principais vantagens são: Otimizar o uso dos recursos; reduzir os riscos; alinhar as expectativas; aprimorar as decisões; maximizar os resultados.

Em Mukherjee (2017), é visto que as revisões cuidadosas quanto à viabilidade dos requisitos de qualquer sistema são essenciais antes de sua fase de projeto e desenvolvimento, sendo uma etapa crítica, pois pode levar à fase de execução mesmo estando incompletos ou com aspectos críticos não observados, por falta de um estudo de viabilidade bem elaborado em sua fase de definição.

Por outro lado, volta à questão dos requisitos, onde Zowghi (2005), reforça que o aspecto da fase de levantamento de requisitos é imprescindível para o sucesso do projeto e devemos estar atentos e não subestimar os problemas envolvidos na validação dos requisitos. Os requisitos, enfatiza o autor, devem ser precisos e consistentes, pois a análise de viabilidade vai tomá-los como base.

Summerville (2011), afirma que a validação de requisitos é importante porque a ocorrência de erros em um documento de requisitos pode levar a grandes custos relacionados ao retrabalho, quando esses erros são descobertos durante o desenvolvimento ou depois que o sistema estiver em operação.

A ergonomia organizacional busca iniciativas que promovam o desenvolvimento e sucesso da organização. A viabilidade de um projeto é um estudo fundamental a ser bem elaborado, pois o resultado dessa análise poderá aprovar o projeto, propor mudanças necessárias para bons resultados, ou ainda o considerar inviável, nesse caso evitando desgaste para a organização e as equipes envolvidas conforme apresentamos no quadro 9, abaixo.

Quadro 9 – Análise de Viabilidade

Atividade do projeto	Ação ergonômica
----------------------	-----------------

Importância da análise de viabilidade; Aplicação de conceitos de TI;	Cultura organizacional; Necessidade de modernização;
Importância da validação com os stakeholders;	Equipe adequada;
Importância dos requisitos precisos;	Abstração, percepção; Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais, tecnológicos, sociais e individuais;
Análise de viabilidade;	Habilidades de comunicação; - Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado Negociação;

Fonte: o autor (2021)

A importância da análise da viabilidade está no contexto do atendimento das necessidades organizacionais. Aqui a ergonomia pode contribuir com a formação de uma equipe com o perfil correto para essa atividade, onde inclui os stakeholders, e o conhecimento das prioridades, metas e objetivos da organização. Ressalta também aqui a necessidade da precisão no levantamento realizado, com metodologias de trabalho adequado, pois baseadas nessas informações serão tomadas as decisões sobre o conteúdo dos requisitos, propondo alterações, adequações quando necessário. Também aqui importante a habilidade de negociação.

### 3.3.6 Análise de riscos

Em todos os projetos a componente de incerteza e os riscos envolvidos sempre estão presentes. Em Silva, Nobre e Sousa Neto (2018), vemos que eles podem envolver perdas e oportunidades, com maior ou menor chances de ocorrer. A incerteza, afirma ainda, está relacionada com o desconhecimento das opções a adotar, das escolhas, dos resultados, enfim, quanto maior esse desconhecimento, maiores as dúvidas e a dificuldade de fazer previsões. O gerenciamento de riscos, de acordo com visto em Summerville (2011), é um dos trabalhos mais importantes para um gerente de projeto, pois implica em um esforço no sentido de antecipar os riscos que podem afetar o cronograma do projeto, a qualidade do software que está sendo desenvolvido, os custos envolvidos, enfim e planejar medidas para mitigar os riscos. Na visão de Schuyler (2001), a maioria dos projetos de software, os riscos ocorrem devido a cinco razões principais: a utilização de novas tecnologias, os requisitos de

software, arquitetura do sistema, o desempenho do sistema, e requisitos não funcionais.

Uma das formas de melhorar o índice de sucesso de projetos de TI é observar as boas práticas de gerenciamento de projetos. É um trabalho que pode ser incentivado pelo trabalho participativo, e utilizar de métodos reconhecidos. Para Kameiya, Romeiro e Kniess (2016), uma boa prática não significa que o conhecimento descrito deverá ser aplicado uniformemente em todos os projetos. O gerente de projetos é o responsável por definir o que é adequado para um projeto específico (MORAES, 2012).

### **Avaliar os riscos envolvidos no desenvolvimento**

De acordo com Summerville (2011), os riscos representam uma ameaça ao projeto, indo de encontro às expectativas da organização, e são divididos em três categorias:

- Riscos de projeto. Riscos que afetam o cronograma ou os recursos de projeto, como a perda de membros importantes da equipe;
- Riscos de produto. Riscos que afetam a qualidade ou o desempenho do software que está sendo desenvolvido, como falha nas especificações;
- Riscos de negócio. Os riscos que afetam a organização que desenvolve ou adquire o software.

De acordo com o Guia PMBOK, o gerenciamento dos riscos do projeto tem por objetivo reduzir a probabilidade ou o impacto dos riscos negativos, a fim de otimizar as chances de sucesso do projeto. A ergonomia organizacional, atua aqui em estratégias de satisfação aos requisitos, através de apoio à gestão de riscos, com contratação de especialistas, ou treinamentos se necessário, garantindo que o processo de gerenciamento dos riscos, conforme cita ainda o Guia PMBOK, esteja incluído no escopo do projeto.

### **O processo de avaliação de riscos em desenvolvimento de sistemas**

Um gerenciamento de riscos é particularmente importante para projetos de software por causa da diversidade de processos, atividades e recursos que ele demanda. Além de fatores como falhas em processo de requisitos, mudanças de escopo devido a mudanças nas necessidades de cliente, dificuldades em estimar o tempo e os recursos necessários para o desenvolvimento do software e os aspectos humanos em termos de qualificação, comportamento e habilidades (SUMMERVILLE, 2011). É preciso compreender o impacto desses riscos sobre o projeto, e elaborar

planos de contingência para que, quando em caso de os riscos se concretizarem, sejam tomadas rápidas medidas de recuperação. O processo de gerenciamento de riscos envolve os seguintes processos:

## **DIRETRIZ 22**

Gerenciar riscos nos processos:

- Identificação de riscos: Onde são identificados os possíveis riscos de projeto, de produto e de negócios.
- Análise de riscos: Deve ser avaliada a probabilidade e as consequências desses riscos.
- Planejamento de riscos: Elaborar um plano para enfrentar o risco, evitando ou minimizando seus efeitos sobre o projeto.
- Monitoramento de riscos:
- Supervisionar regularmente os riscos e seus planos de recuperação
- Mantê-los atualizados

O gerenciamento de riscos é uma prática da engenharia de software que envolve processos, métodos e ferramentas para o gerenciamento considerado uma forma proativa de evitar problemas e deve ser considerado durante todas as fases do projeto. Observamos ainda em Prado, Vasques Prado e Albuquerque (2009), as seguintes etapas a serem consideradas, na diretriz 23 abaixo:

## **DIRETRIZ 23**

Etapas a serem consideradas na gestão de riscos:

- identificação, procura e localização: antecipar os riscos antes que se realizem, criar indicadores para acompanhamento;
- análise: utilizar os dados referentes aos riscos em diretrizes para a tomada de decisões;
- planejamento: transformação das diretrizes em decisões e ações de mitigação;
- rastreamento: monitoração dos indicadores de risco e das ações em andamento;
- controle: ajustes e adequações ao plano de gerenciamento dos riscos;

- comunicação: garantir troca de informações e feedbacks aos stakeholders do estado atual.

Essa atividade pode ser apoiada por ações ergonômicas no tocante às prioridades organizacionais, e ainda na questão da cultura organizacional que deve considerar os aspectos impactantes no desenvolvimento organizacional e incluir como parte de ações que devem ser “naturalmente” consideradas no desenvolvimento de novos projetos (PINHEIRO, 2020). Podemos ver, nas etapas citadas acima, a necessidade de trabalho colaborativo, do engajamento e da boa comunicação entre as equipes.

O gerenciamento de riscos envolve a identificação e a avaliação dos importantes riscos do projeto para estabelecer a probabilidade de que eles ocorram e as consequências para o projeto caso esses riscos ocorram. Em artigo publicado em 2014, Schneider cita alguns procedimentos para a identificação dos riscos: através de análise de históricos, brainstorming, e análise de swot, que podem ser realizadas em equipe, a vista do que a ergonomia dá apoio relativo aos projetos participativos e trabalhos em equipe.

A ergonomia organizacional, incentiva o uso de métodos e tecnologias para auxiliar a realização das atividades, e tem sido feita a partir da técnica de definição de categorias. Uma das técnicas utilizadas é a PCA (Principal Component Analysis), utilizada por diversos modelos de gerenciamento de riscos em projetos (MISHRA et al., 2017).

Segundo Felipe et al. (2009), o PCA é uma ferramenta usada em análise de dados exploratória, auxiliando na criação de modelos preditivos, e permite identificar as que são responsáveis pela maior parte da variância encontrada na amostra. No artigo dos autores, é abordada uma pesquisa utilizando PCA, realizada por Leopoldino (2004), para a criação de categorias de risco em projetos de software.

Nessa pesquisa foram coletados dados de 56 gerentes de projeto e 25 desenvolvedores de software, e foram identificados sete fatores principais:

- a) gerência de projetos. Apenas uma gestão de projetos de qualidade vai assegurar o atendimento das metas propostas;
- b) equipe de desenvolvimento. Os projetos de software exigem um trabalho em equipe coesa e qualificada;

- c) escopo e requisitos. Manter o controle sobre os requisitos e o escopo de um sistema para garantir o cumprimento das metas;
- d) conhecimento da tecnologia. Fundamental o conhecimento das tecnologias a serem utilizadas e prever treinamentos necessários à implementação do projeto;
- e) relacionamento com o ambiente externo. O gerente deve estar atento ao ambiente externo ao projeto, cuidando do relacionamento com os clientes e com a alta gerência, obtendo o comprometimento necessário ao transcorrer do projeto;
- f) relacionamento com o usuário. É crítico para o sucesso do projeto um relacionamento adequado com o cliente ou usuário do software produzido.

A ergonomia organizacional apoia o uso e atualização de técnicas, ferramentas e a adotar os princípios que otimizem a gestão e os processos na organização. Assim, vale ressaltar o visto em Macedo e Salgado (2015), citando Boehm (1991), onde é definido um ranking de 10 fatores de riscos de software:

- a) as deficiências de pessoal;
- b) os cronogramas e orçamentos irrealistas;
- c) o desenvolvimento de funções e propriedades do software incoerentes;
- d) o desenvolvimento da interface com o usuário incorreto;
- e) adicionar ao escopo do projeto funcionalidades que não foram solicitadas pelo cliente;
- f) o fluxo contínuo de mudanças de requisitos;
- g) as deficiências de desempenho em tempo real;
- h) as deficiências em tarefas realizadas e componentes fornecidos externamente;
- i) a desconsideração de fundamentos da ciência da computação.

Com toda a complexidade desse contexto, seria irreal considerar a eliminação total dos riscos associados a um projeto, segundo Azevedo Júnior e Parreira Júnior (2015). A ergonomia organizacional, no interesse do atendimento às metas da organização, pode contribuir com ações nesse tema, pois há de se levar em conta que essa ação de identificação, acompanhamento e controle possui um custo associado, cabendo a cada organização identificar o ponto de equilíbrio entre o nível de exposição aos riscos e o custo de redução. É um processo que exige a definição de uma equipe adequada e, se necessário, a recomendação de consultorias especializadas.

O quadro 10 abaixo relaciona as ações relativas à análise de riscos.

Quadro 10 – Análise de Riscos

Atividade do projeto	Olhar ou Ação ergonômica
Importância da análise de riscos; Aplicação de conceitos de TI; Seguir boas práticas em TI;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional;
Importância da validação com os stakeholders;	Equipe adequada;
Análise de riscos;	Abstração, aspectos cognitivos; Métodos de trabalho; Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Habilidades de negociação; Inteligência emocional; Influência;
Critérios na análise;	Abstração; Hard Skills; Soft Skills; O parecer de um especialista;
Gerenciar os riscos;	Apoio à gestão; Cultura organizacional; Processos de trabalho;
Uso de ferramentas;	Uso de tecnologia; Qualificação;

Fonte: o autor (2021)

“A Engenharia de Requisitos é base para o desenvolvimento de software, ela pode ser considerada como um pré-requisito para obtenção de sucesso”, afirma Arruda (2011). Assim, enfatiza-se aqui a necessidade dos cuidados na elaboração dos requisitos e atenção ao revisa-los, pois em cada projeto deve-se determinar um índice aceitável de exposição aos riscos, que seja suficiente para o desenvolvimento do software de forma que não comprometa os resultados. (AZEVEDO JÚNIOR; PARREIRA JÚNIOR, 2015).

Podemos identificar alguns aspectos críticos de apoio que seria a formação de equipe adequada, à exemplo do próprio levantamento e análise de viabilidade, e ações no sentido da gerência dos riscos, como forma de apoio à gestão da organização. Deve-se assim, observar o fator risco em cada atividade desenvolvida, desde identificação de requisitos bem como a sua gerência, até a fase de validação e

testes, a fim de se obter um produto de qualidade que atenda e satisfaça os requisitos do cliente, e as metas da organização (ARRUDA, 2011).

### 3.4 MEIO E CULTURA

A cultura em uma organização representa um conjunto de valores, hábitos e comportamentos que vão ditar os rumos da condução das atividades desde relacionamento a gestão de projetos.

A cultura reflete no modo de agir dos colaboradores, sendo imprescindível constantes pesquisas de clima organizacional para avaliar e propor as mudanças necessárias para um bom desempenho da organização.

Como veremos adiante na pesquisa, a cultura é significativamente impactante na definição e execução de processo de software.

Outro aspecto fundamental observado aqui, é a consideração do ambiente onde residirão os sistemas e suas infraestruturas de desenvolvimento e testes. Aqui são observados os softwares, todo o hardware e infraestrutura e sua complexa gestão, mas necessária para um desenvolvimento com qualidade.

#### 3.4.1 Modelagem de sistemas

Um dos aspectos mais importantes ao planejar um sistema é ter a visão clara do que se deseja. O objetivo de um sistema é resolver um “problema”, e a definição de uma possível solução representa criar um conjunto de informações que permita a adequada compreensão para quem vai implementar.

A modelagem de um sistema tem como propósito de criar um roteiro através de modelos a serem utilizados pelas as equipes de desenvolvimento, que permitam fácil entendimento do que vai ser realizado, proporcionando a visualização de sua estrutura e os comportamentos esperados.

##### 3.4.1.1 O processo de modelagem de sistemas

A modelagem do processo de software surge da necessidade de se especificar de forma clara e detalhada as particularidades do processo de desenvolvimento de

um software específico, facilitando a compreensão por parte dos envolvidos no processo, conforme Silva (1993). Nessa linha, em Gaspar (2021), temos que “a modelagem é uma das principais atividades que levam à implementação de um bom software”.

Neste capítulo, são demonstradas as fases que, segundo observamos nas pesquisas realizadas sobre desenvolvimento de sistemas, seriam as mais impactantes no processo de modelagem de sistemas, e vamos propor como a ergonomia pode interagir em cada uma, no sentido de otimizar sua implementação. Também foram levantados alguns pontos de destaque observados por autores reconhecidos em engenharia de software, como Pressman (2016) e Sommerville (2011), os quais podem ser otimizados com o olhar das disciplinas da ergonomia.

Os modelos são elaborados para representar o percebido da estrutura e do comportamento desejados do sistema, visualizar e entender a arquitetura do mesmo e compreender melhor, como um todo, o sistema que está sendo elaborado. Por outro lado, existe a questão da “interpretação” das necessidades dos usuários e a forma de como atende-las.

Em síntese, afirma Pressman (2016), “abstrair é simplificar um elemento complexo de um sistema, comunicando o significado em uma única frase”. Neste contexto, um aspecto relevante é considerar os aspectos cognitivos e a capacidade de abstração do indivíduo ao elaborar um projeto a partir de “ideias” e abstrações que tem sobre de como deveria ser o sistema (ABRAHÃO; SILVINO; SARMET, 2005).

Uma organização de software de sucesso é aquela que implanta software de qualidade que atende as necessidades de seus usuários, de acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998), podendo desenvolver tal software dentro do prazo e com uma utilização eficiente dos recursos, tanto humanos como materiais. Entra a questão dos métodos de trabalho para agilizar o desenvolvimento, dentro dos pressupostos da qualidade.

O mundo real é complexo e dinâmico, o que leva a um cenário que requer habilidades para interpretar as necessidades de um sistema e conseguir descrevê-las de tal forma que permita sua interpretação e seja criado um programa. Entram em cena os modelos, criados para facilitar a compreensão e visualização de um processo. Um modelo é uma abstração ou uma aproximação que pode ser usada para simular uma realidade (COUGO, 1997).

A questão da abstração é um dos aspectos estudados pela ergonomia cognitiva, mencionados anteriormente (CORREIA; SILVEIRA, 2009).

Em Pressman (2016), encontramos alguns princípios que devem ser considerados em modelagem:

#### **DIRETRIZ 24**

Princípios a serem seguidos para modelagem de sistemas:

- Determinar que o objetivo da equipe é criar sistemas e não modelos;
- Objetividade: não criar mais modelos que o necessário;
- Produzir os modelos o mais simples possível;
- Prever facilidade de alterações;
- Determinar cada modelo com seu objetivo claro;
- Criar modelos úteis, não buscar a “perfeição”
- Permitir fácil compreensão pela próxima equipe;
- Obter o feedback o mais rápido possível.

Podemos facilmente observar em Correia e Silveira (2009), como a ergonomia pode apoiar essas práticas, incentivando métodos de trabalho, questões da compreensão, capacidade de abstração, enfim, como diversos aspectos da ergonomia organizacional, cognitiva e operacional podem dar apoio aos processos de trabalho.

Segundo Cougo (1997), a Modelagem de Sistemas de Informação é uma representação abstrata e simplificada de um sistema real, com a qual se pode explicar ou testar o seu comportamento, em seu todo ou em partes, sendo uma forma de transmitir aos desenvolvedores as informações necessárias para elaborar os programas.

Em um processo de engenharia dirigida a modelos, de acordo com Summerville (2011), é possível gerar uma implementação completa ou parcial do sistema a partir de um modelo, que representa uma abstração do sistema a ser estudado. O aspecto mais importante de um modelo de sistema é que ele pode deixar de fora os detalhes, simplificando sua elaboração.

Ainda segundo Cougo (1997), da mesma forma que talvez seja impossível construir uma casa sem primeiramente definir sua planta, em alguns casos também é impossível construir um software sem inicialmente definir uma representação visual, de fácil entendimento do sistema, antes que ele entre na etapa de implementação.

Normalmente, tende-se a imaginar a programação de um sistema como uma questão resolvida puramente com definições técnicas e procedimentos pré-estabelecidos, mas não é bem assim. O termo “abstração” e os aspectos cognitivos envolvidos com a modelagem de sistemas, como o “pensamento simbólico”, citado por Estácio (2021), e a habilidade cognitiva de relacionar um elemento gráfico a um significado específico impactam fortemente em sua elaboração, e serão aqui considerados, pois é de fundamental importância a levar em conta tais aspectos do ponto de vista da dependência e relevância do fator humano no sucesso de sua realização.

A modelagem de software se utiliza de vários modelos para projetar um determinado sistema, a ser definido conforme a situação. Para Pressman (2016), um modelo é uma simplificação da realidade, criado para facilitar o entendimento de sistemas complexos. Estes modelos podem, conforme o caso, incluir aspectos mais detalhados, assim como podem apresentar uma visão panorâmica do sistema.

Gaspar (2021), afirma que, os sistemas podem ser descritos em uma modelagem sob diferentes aspectos, inclusive com a utilização de modelos diferentes, conforme o caso, onde cada modelo será, portanto, uma abstração específica do sistema.

Segundo o Michaelis, abstrair é observar uma ou mais características de um conjunto ou de um todo, a fim de considerar aspectos e propriedades isoladamente. Em Martins (2019), é citada a questão da abstração, e os fatores cognitivos da percepção humana serão fundamentais nesse processo.

#### *3.4.1.1.1 Objetivos da modelagem*

De acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998), os principais objetivos para trabalhar com o conceito de modelos, são:

1. Os modelos ajudam a visualizar o sistema como ele é ou como desejamos que ele seja;

2. Os modelos permitem especificar a estrutura ou o comportamento de um sistema;
3. Os modelos proporcionam um guia para a construção do sistema;
4. Os modelos documentam as decisões tomadas no projeto.

Os autores ainda afirmam que, a partir dos modelos, conseguimos obter variadas formas de ver o sistema, subdividindo-o em módulos, para facilitar sua compreensão.

Processos que envolvam informações que exijam a percepção dos detalhes e boa comunicação entre os participantes, podem ter na ergonomia um forte aliado nestas questões, através da gestão de orientações, estimular os “brainstorms orientados”, trazendo benefícios para o projeto (ESTÁCIO, 2021).

Podemos observar aqui, a necessidade de levar em consideração os aspectos cognitivos na interpretação do que o usuário necessita, a capacidade de abstrair e realizar um modelo visual e a documentação explicativa, para que qualquer pessoa possa ler e interpretar corretamente o que foi representado. Ressalta-se ainda o aspecto das relações humanas, fundamental no entendimento da necessidade da negociação em casos de diferentes visões do mundo real (SGOBBI; ZANQUIM, 2020).

Os modelos são construídos para comunicar a estrutura e o comportamento desejados do sistema, visualizar e controlar a arquitetura do mesmo e compreender melhor o sistema que estamos elaborando. Em Azevedo Jr. (2003), cita que, uma linguagem de modelagem padronizada, tal como a UML, é fundamental para a construção e o entendimento de bons modelos, sendo ainda abordada em Silva (1993), onde reforça as vantagens do uso modelagem como uma das atividades que leva à implementação de um bom software.

#### *3.4.1.1.2 Princípios de modelagem*

Ainda segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998), os princípios de modelagem, são:

1. A escolha de quais modelos serão adotados para auxiliar na solução de como um problema é abordado e na proposta de solução;
2. Cada modelo pode ser expresso em diferentes níveis de detalhes;
3. Os melhores modelos estão conectados à realidade;

4. Um modelo em particular não é suficiente, devendo a abordagem ser realizada por meio de um pequeno conjunto de modelos.

Aqui, vale ressaltar outro ponto que é a qualificação; a experiência dos desenvolvedores e sua habilidade em propor e negociar com a equipe “o” ou “os” modelos a serem adotados. Os hard skills (PENHAKI, 2019), pessoas com habilidades e conhecimentos específicos adquiridos, são fundamentais nesse contexto, e cabe aqui medidas do ponto de vista do gerenciamento de recursos humanos, para permitir a avaliação e se necessário qualificação de integrantes da equipe. Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998) destacam, ainda, que a escolha dos modelos a serem criados tem profunda influência sobre a maneira como um determinado problema é atacado e como uma solução é definida.

Cada visão de mundo pode gerar modelos de sistema diferentes. O modelo do sistema deve adequar-se não só aos requisitos do mesmo, como também aos conhecimentos da equipe de desenvolvimento.

Cabe assim, uma observação realizada por Tavares (2000), onde relatam-se alguns parâmetros considerados na ergonomia, como o componente cognitivo, elementos de comunicação visual, que se bem estruturados proporcionam ao trabalhador condições adequadas à realização do trabalho em qualquer atividade, reforçando os enfoques ergonômicos, pois criar projetos que utilizem tecnologias desconhecidas pela equipe pode atrapalhar o seu andamento do projeto, necessitando assim qualificação nas nestas tecnologias e como utilizar seus recursos.

Aqui novamente volta à questão da abstração ao se criar algo. Segundo Martins (2019), “abstração é a habilidade mental que permite aos seres humanos visualizarem os problemas do mundo real com vários graus de detalhe, dependendo do contexto do problema”. Daí, utiliza-se a modelagem como forma de “transpor uma abstração imaterial para registros codificados”.

Ainda sobre o uso da abstração, Pressman (2016) afirma que o modelo deve ser capaz de representar as informações que será processada pelo software, a arquitetura do sistema, as funções necessárias e as características que os usuários desejam, e finalmente o comportamento do sistema.

Assim, os modelos devem cumprir todos esses objetivos em diferentes níveis de abstração, do ponto de vista do cliente, e do ponto de vista técnico, para compreensão pelos programadores. Há várias técnicas de modelagem existentes, em

função do modelo adotado, e cada uma delas é adequada para um determinado problema.

Dessa forma, saber qual técnica utilizar num determinado momento é um fator crucial para o sucesso do desenvolvimento de software de boa qualidade (SILVA, 1998). Uma questão a ser observada pela ergonomia organizacional é os aspectos da qualificação, neste caso. De acordo com Sartori (2019), equipes de desenvolvedores podem ter diferentes habilidades. Ao conhecer a qualificação das equipes, será mais fácil adotar uma metodologia, no caso, um modelo mais adequado. Cabe então, novamente a ergonomia, com propostas de ações como “brainstorms” para levantar dados, como as experiências anteriores dos desenvolvedores, e considerar onde houve problemas.

Dessa forma, poderá ser definido as metodologias de desenvolvimento, demandando um tempo de adaptação, previsto nos prazos do projeto. Uma das categorias mais importantes de habilidades cognitivas envolve as funções executivas, que de acordo com Estácio (2021), correspondem a habilidades que podem ajudar a governar outras habilidades e fornecer um quadro mental, essencial para a percepção do ambiente e formação dos “minimundos”, conforme Martins (2019).

De acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998), “o tendão de Aquiles das técnicas de análise estruturada está no fato de não haver um relacionamento entre o modelo de análise e o modelo de projeto do sistema”.

Esse é um dos aspectos críticos na modelagem e a abstração, pois uma visão não adequada da realidade, ao ser convertida em modelos, não fornecerá aos programadores a informação necessária para a solução do problema: o sistema não realizará as funções para o cumprimento dos requisitos. Novamente reforça aqui os aspectos cognitivos necessários.

#### *3.4.1.1.3 A necessidade da Abstração*

Obter e coletar informações é o primeiro passo no planejamento de um sistema. Segundo observado por Martins (2019), alguns fatores que contribuem para uma boa coleta de Informações são: Entrevistas, requerendo selecionar as pessoas certas; Análise para entender a realidade do entorno; e o uso da “Experiência adquirida”, ao incluir pessoas experientes e usuários. Esses aspectos devem ser considerados, pois no cenário inicial onde a realidade é apresentada ou verificado o universo de

informações, deve ser percebida de forma técnica, concreta, e ainda segundo Martins (2019), o resultado dessa análise é a construção de um modelo que chamamos de “Minimundo”.

Conforme Pereira Neto (2021), “Minimundo” é uma “Parcela do Mundo Real” sobre a qual se pretende absorver o conhecimento organizacional ou conhecimento de negócio, analisar os problemas existentes, propor alternativas de solução, projetar e implementar uma solução escolhida e, posteriormente, implantar, operar e manter em funcionamento essa solução. Trata-se de uma estratégia de concepção que permite a diagramação e escrita do problema, conforme visto em exemplo por Vieira (2015).

A modelagem é uma etapa vital entre as atividades que levam à implantação de um bom software, observa Pereira Neto (2021), e que os modelos são construídos para comunicar a estrutura e os comportamentos desejados do sistema. Voltando agora a afirmação de Martins (2019), se os “minimundos” forem mal definidos, ou a realidade não for bem representada, a interpretação pelos programadores será irreal, do ponto de vista dos resultados pressupostos, e em muitos casos só será observado nas etapas finais, ou de preferência, durante os testes parciais, caso realizados.

O projeto conceitual e lógico, de acordo com Martins (2019), é constituído de um resumo; uma introdução com descrição clara dos detalhes do “minimundo”, como “o que é”, “porque é”, “quem faz parte” ou “são usuários”, “onde será realizado” e “o que se pretende”; além de diagramas um operacional e um fluxo de dados; a lista dos metadados e seus componentes; o conteúdo e estrutura dos arquivos normalizados; os anexos, como organogramas, formulários, entrevistas, outros documentos quando necessários.

Assim, conclui o autor, o “minimundo” é uma porção da realidade a ser captada pelo analista, e precisa ser clarificada por meio de um texto ou representação descritiva. A percepção no registro e na interpretação dessa “descrição” é a parte mais sutil do projeto.

Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998) afirmam que existem limites quanto a capacidade humana de compreender sistemas complexos. Através da modelagem, a forma de ver o problema é simplificada, podendo ser avaliado por partes. Além disso, por meio da modelagem, pode-se permitir que a equipe trabalhe em níveis mais elevados de abstração.

No tocante a modelagem dos dados a serem utilizados pelo sistema, em Martins (2019), é visto que o processo de modelagem de dados passa por algumas etapas para sua implementação, e pode ser dividido em:

Abstração das informações e construção do “Minimundo”; Coleta de “Findings” (“achado” das palavras-chave); Análise do fluxo operacional observado no “Minimundo”; elencar os elementos existentes; Construção do M.E.R. (Modelo Entidade e Relacionamento); Normalização dos Dados e Construção das tabelas Normalizadas.

Entidade - Identifica o objeto de interesse do sistema e tem vida própria, ou seja, a representação abstrata de um objeto do mundo real sobre o qual desejamos guardar informações.

- Relacionamento - Representa a associação entre os elementos do conjunto de uma entidade com outra.
- Atributo – São os dados e informações, que desejamos guardar sobre a instância da entidade.

Novamente a percepção das entidades, das variáveis a serem consideradas, a formação do “minimundo”, requer a necessidade da abstração, dos aspectos cognitivos das equipes envolvidas, e suas habilidades para formar os elementos para compor o modelo dos sistemas. Cabe aqui mais uma vez a necessidade de intervenção da ergonomia para ajudar a identificar esses aspectos nos indivíduos para colaborar na formação das equipes, através de treinamentos, ou consultorias especializadas conforme o caso (SUMMERVILLE, 2011).

#### 3.4.1.2 Definição de modelos

Os modelos de sistemas, segundo Summerville (2011), podem ser elaborados para sistemas a serem desenvolvidos ou mesmo para um já existente, para compreender melhor sua estrutura e funcionamento. Em um processo de desenvolvimento dirigida a modelos, é possível até mesmo gerar uma implementação completa do sistema a partir do modelo.

Os modelos, no caso do sistema existente, são usados para esclarecer o que o sistema faz, e podem ser usados como ponto de partida para os requisitos do novo sistema ou ainda os documentar quando for o caso. Já no caso do novo sistema,

esses modelos são usados para discutir propostas de projeto e documentar o sistema para a implementação (WAZLAWICK, 2013).

O aspecto mais importante de um modelo de sistema é que ele deixa de fora os detalhes, pois um modelo é uma abstração do sistema a ser estudado, e deliberadamente simplifica e seleciona as características mais relevantes. O objetivo nesse caso é estimular a discussão entre os engenheiros de software envolvidos no desenvolvimento do sistema. Sommerville (2011), ressalta novamente que, idealmente, uma representação de um sistema deveria manter todas as informações sobre a entidade representada. Existem diversos modelos que podem ser adotados, conforme o caso. Vamos a seguir descrever dois deles, para exemplificar e dar uma ideia aqui, de como se aplicam.

#### *3.4.1.2.1 Modelos de contexto*

Em um estágio inicial da especificação de um sistema, devem ser estabelecidos os limites do sistema. Isso envolve trabalhar com os stakeholders do sistema para decidir qual funcionalidade deve ser incluída no sistema e o que é fornecido pelo seu ambiente. Em termos de funcionalidade, devem ser observadas as possíveis sobreposições aos sistemas existentes e decidir onde a nova funcionalidade deve ser implementada. Essas decisões devem surgir no início do processo para limitar os custos e o tempo necessário para compreender os requisitos e o projeto do sistema (SUMMERVILLE, 2011).

Em Cunha (2011), é descrito que os modelos de contexto são usados para ilustrar as características operacionais de um sistema. Os interesses sociais e organizacionais podem afetar a decisão de onde posicionar os limites do sistema. Já os modelos de arquitetura, abordados mais adiante, mostram o sistema e seu relacionamento com outros sistemas.

#### *3.4.1.2.2 Modelos de interação*

Todos os sistemas envolvem algum tipo de interação. Pode-se ter interação do usuário, que envolve entradas e saídas, interação entre o sistema que está em desenvolvimento e outros sistemas, ou interação entre os componentes do sistema.

A modelagem da interação do usuário é importante, pois ajuda a identificar os requisitos do usuário (CUNHA, 2011).

O sistema de modelagem da interação destaca os problemas de comunicação que podem surgir. A modelagem da interação nos ajuda a compreender se a estrutura proposta para o sistema é suscetível de produzir o desempenho e a confiança requerida do sistema. O trabalho em equipe e a colaboração serão fundamentais nesta etapa (SUMMERVILLE, 2011).

A ferramenta de modelagem UML (Unified Modeling Language) está descrita no apêndice J. Ela é uma linguagem para especificação, visualização, construção, e documentação de artefatos de sistemas de software, podendo ser aplicada para modelagem de negócios e outros sistemas. Ela representa uma coleção das melhores práticas de engenharia que provaram sucesso na modelagem de sistemas grandes e complexos.

#### 3.4.1.3 Definição de arquitetura

A arquitetura do sistema, segundo definição da IBM<sup>5</sup>, visto em Nhimi (2016),

é o conjunto de decisões significativas sobre a organização de um sistema de software, a seleção de elementos estruturais e suas interfaces, juntamente com o comportamento especificado nas colaborações entre estes elementos, a composição destes elementos em subsistemas progressivamente maiores e o estilo arquitetural que guia esta organização.

De acordo com Picoli (2021), a arquitetura de software, similarmente à modelagem, é um conceito abstrato que trata da relação entre a identificação dos componentes de um software, necessários para atender os requisitos do sistema e os requisitos funcionais, que são levados em conta na hora de implementar todos os elementos na forma de código. Segundo Brown (2021), o processo de definição da arquitetura inicial deve, considerar as características relevantes que influenciam a forma de um sistema de software básico, permitindo que as equipes realmente entendam como e o que eles vão desenvolver, e se viável sua implementação. Uma definição inicial de arquitetura pode auxiliar a identificar os riscos mais críticos e aumentar as chances de sucesso.

---

<sup>5</sup> A IBM - International Business Machines Corporation é uma empresa dos Estados Unidos voltada para a área de tecnologia da informação.

Novamente aqui, a exemplo do visto em modelagem, os aspectos cognitivos de lidar com o “abstrato” são fortemente considerados, no momento que tratamos da “criação”, de uma ideia, conseguir entender um problema e propor uma solução, considerando as tecnologias existentes e a viabilidade de implementá-las. De nada adianta criar uma arquitetura “ótima” do ponto de vista das necessidades, se houver vários empecilhos técnicos, humanos e organizacionais para torná-la realidade. Sommerville (2011) também enfatiza que o detalhamento em um projeto de arquitetura é normalmente necessário para estruturar e organizar a especificação.

Portanto, como parte do processo de engenharia de requisitos, deverá ser proposta uma arquitetura abstrata de sistema em que seja possível associar grupos de funções ou recursos do sistema aos demais componentes ou subsistemas. Essa arquitetura inicial poderá mais adiante, ser facilmente utilizada para discutir com os stakeholders os requisitos e recursos do sistema. Novamente evidenciada a necessidade do uso da abstração citada anteriormente por Martins (2019), como forma inevitável de se criar algo a partir de uma necessidade.

#### *3.4.1.3.1 A importância da definição da arquitetura*

Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (1998), para compreender a arquitetura de sistemas é necessário recorrer a uma série de considerações e aspectos relacionados entre si, tais como: a visão dos casos de uso, onde se expõem os requisitos do sistema; a visão de projeto descrevendo o problema a ser resolvido; a visão do processo, representando a distribuição dos processos do sistema; e a visão da implementação abordando questões de engenharia de sistemas. Cada uma dessas visões poderá conter aspectos estruturais como também aspectos comportamentais. Em conjunto, elas representam a base do projeto de software. Para se definir uma boa arquitetura de um sistema, segundo Macoratti (2021), deve envolver um conjunto de definições para a estrutura e módulos e podem ser vistos na diretriz 25, logo abaixo:

#### **DIRETRIZ 25**

Para definir uma boa arquitetura de sistema:

- Definir os elementos estruturais e suas interfaces de modo a estabelecer a composição do sistema;

- Estabelecer interação entre estes elementos;
- Compor estes elementos estruturais e comportamentais em subsistemas.
- Arquitetura do hardware;
- Sistema operacional utilizado;
- Sistema Gerenciador de Banco de dados adotado;
- Protocolos de rede;
- A linguagem de programação;
- O ambiente de interface gráfica;
- As bibliotecas de funções disponíveis;
- Os sistemas legados envolvidos;
- As necessidades de desempenho, portabilidade, usabilidade, disponibilidade;
- Documentação.

A definição da arquitetura de software é uma etapa crítica, pois afeta a robustez e a performance do sistema, bem como a capacidade de distribuição e de manutenibilidade de um sistema: os requisitos não funcionais dependem da arquitetura do sistema em função da forma como esses componentes estão organizados e se comunicam (SUMMERVILLE, 2011).

Analogamente, Nhimi (2016) descreve um estilo arquitetural como um conjunto de elementos interligados, que devem ser utilizados e como eles devem se comportar na estrutura definida. Dentre as vantagens dos estilos arquiteturais, o autor ainda destaca: estabelecem limites que organizam a estrutura do sistema; reflete a intenção do projetista; permite melhor e maior reutilização em outros sistemas; facilita a comunicação entre a equipe técnica; ajudam a atender requisitos não-funcionais críticos. Entre as vantagens de projetar e documentar, explicitamente, a arquitetura de software, estão, de acordo com Summerville (2011):

- Comunicação de stakeholders: a arquitetura é uma apresentação de alto nível das funcionalidades do sistema e pode ser usada sem dificuldades em debates por uma série de stakeholders de diferentes áreas;
- Análise de sistema: tornar explícita a arquitetura do sistema, em um estágio inicial de seu desenvolvimento, facilita as decisões em seu projeto e têm

impacto sobre a possibilidade de o sistema atender ou não aos requisitos críticos, como desempenho, confiabilidade e manutenibilidade;

- Reutilização em larga escala: A arquitetura do sistema geralmente é a mesma para sistemas com requisitos semelhantes e, dada sua fácil compreensão, pode apoiar a reutilização de software em grande escala. A reutilização é um dos atributos da qualidade de software. Desenvolvimento de Software é uma atividade humana. Uma boa arquitetura de software descreve como os diversos componentes de um sistema devem operar e como eles devem se comunicar.

Com essa perspectiva, é mais fácil pensar em como estruturar as equipes que os irão desenvolver. Um aspecto interessante aqui verificamos, no momento que a ergonomia organizacional apoia a aplicação dos princípios e diretrizes para definição de uma boa arquitetura, já no início do processo, vai contribuir para uma melhor especificação, melhorar a comunicação entre as equipes, o obter melhor níveis de qualidade, pois tem a reutilização do software com um de seus aspectos.

Cabe aqui novamente a ergonomia organizacional, fornecendo apoio principalmente em termos de qualificação para formação das equipes, o trabalho em grupo, fundamental nessa atividade, a negociação das divergências de opiniões e metodologia de trabalho, otimizando as chances de sucesso em sua realização.

Como apresentado nesse capítulo, a modelagem representa uma das etapas fundamentais no processo de software, pois seus resultados servirão de guia para implementação das rotinas e programas que vão compor o sistema. Logo, é importante adotar medidas que incentivem a seguir os preceitos observados por autores reconhecidos e especialistas na área, como forma de aumentar as chances de atendimento aos requisitos dos usuários.

O entrosamento entre os participantes serão a base de todo o trabalho, sendo esse um dos aspectos que consideramos como críticos de apoio por parte da ergonomia, visto sob alguns critérios, como a questão das habilidades cognitivas na relação humana, e a capacidade de percepção das necessidades do usuário.

Podemos observar no quadro 11, abaixo, alguns pontos que consideramos relevantes do processo de modelagem, e as ações a serem adotadas dentro de considerações das disciplinas da ergonomia.

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância da modelagem; Aplicação de conceitos de TI; Relação hardware x homem x software;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional; Observar os aspectos sociotécnicos;
Necessidade de conhecimentos técnicos; Relações humanas;	Hard Skills; Soft Skills;
Entender a necessidade do usuário; Participação do usuário; Capacidade de abstração;	Trabalho cooperativo; Ergonomia cognitiva; Abstração; Atenção, Memória, Percepção;
Definir o modelo; Representar o modelo para os desenvolvedores;	Trabalho cooperativo; Ergonomia cognitiva; Abstração; Funções executivas; Pensamento simbólico;
Comunicação com o usuário; Comunicação com stakeholders; Comunicação entre a equipe;	Habilidades de comunicação; Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado Habilidade em negociar; Inteligência emocional; Influência;
Definição de modelo a adotar; Trabalho em equipe;	Trabalho cooperativo; Boa comunicação; Habilidade em negociar;
Uso de tecnologias, ferramentas; Uso da linguagem UML;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional;
Aprovação dos modelos com os stakeholders;	Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Habilidades de negociação; Habilidade em negociar; Inteligência emocional; Influência;

Fonte: o autor (2021)

O ponto mais crítico observado nesse capítulo foi o aspecto da habilidade cognitiva na questão da “abstração”, pois na modelagem e arquitetura, duas etapas fundamentais, a exemplo da eliciação de requisitos, necessitam de um dos aspectos humanos mais elementares, que é a percepção de seu entorno. Aqui, cabe o desenvolvimento das habilidades cognitivas para interpretar as necessidades do usuário, e ter com ele uma excelente comunicação.

Em um segundo instante, o projetista precisa representar seu entendimento dessas necessidades em um modelo representativo que seja de fácil entendimento, e

ter habilidades de influência, facilidade de comunicação e negociação com os stakeholders, para aprovar os modelos definidos e transmitir aos desenvolvedores a ideia de tal forma que eles consigam implementar a real necessidade do usuário. Essas habilidades ou “*soft skills*”, como apresentado no capítulo sobre gerencia de projetos, poderão ser desenvolvidas através de treinamentos, ou consultoria especializada para dar apoio aos grupos de trabalho (PMBOK, 2017).

### **3.4.2 Definição de interfaces com usuário**

Com o aumento da capacidade de processamento dos computadores, tarefas mais complexas são realizadas, significando Interfaces Homem Computador (IHC) contendo um maior volume de informação. Além desse fato, a evolução do hardware das respectivas interfaces, tem apresentado maior resolução e dimensões, possibilitando um grande agrupamento de informações com clareza.

#### **3.4.2.1 Definição de Interface Homem Computador – IHC**

Um dos grandes desafios da área é projetar interfaces que atendam às diferentes habilidades perceptivas, cognitivas, e motoras, dos usuários; e ao mesmo tempo, os mais variados tipos de funcionalidades, relativo às atividades da organização. Uma boa interface, afirma ainda Saliba (2018), deve conduzir de forma natural à realização da tarefa, sem que o usuário precise pensar na utilização do software.

A ergonomia mostra-se habilitada a enfrentar os problemas e propor soluções lógicas para o desenvolvimento de software interativo que sejam adaptados a seus usuários e adequados a suas tarefas. Além da questão da variedade de tipos de sistemas, existe o fato de que um mesmo software pode ser percebido pelos utilizadores de maneiras diferentes, em função do contexto do uso, e de capacidade cognitiva no momento do uso. Assim como fatores psicológicos e fisiológicos também compõem o contexto de uso, como: motivação; nível de atenção; agilidade e cansaço, (SALIBA, 2018).

Os trabalhos de pesquisa convergem para uma ideia comum, de acordo com Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998): a concepção de sistemas interativos mais

eficientes e com boa usabilidade, depende do conhecimento das tarefas que as pessoas realizam e da aplicação deste conhecimento no processo de concepção de sistemas.

Outro aspecto a considerar ressalta Freitas (2015), ao estabelecer os aspectos da interação entre o usuário e o computador e ao compreender os conceitos e particularidades envolvidos, será mais fácil projetar a interface. O design de uma interface homem computador, segundo o autor, envolve diretamente algumas das áreas relacionadas: Psicologia; Sociologia; Ergonomia; Sistemas de informação; Ciências da computação; Engenharia da Computação; Design gráfico; Designers de interação; Arquitetos de Informação; Web Designers; Engenheiros de Usabilidade, ou seja uma grande variedade de considerações e características devem ser consideradas.

O aspecto da consideração multidisciplinar no projeto de uma IHM também é evidenciado em Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), onde ressalta que a o atendimento das necessidades humanas, deve levar em consideração alguns princípios como: visibilidade, que os elementos que precisam ser vistos, estejam visíveis para o usuário; acessibilidade, ou seja, a capacidade dos objetos informarem como devem ser usados; bom modelo conceitual, que permita prever o efeito da ação do uso do objeto; mapeamento natural que façam analogias ao domínio do usuário.

Surgem assim, dois aspectos do ponto de vista da ergonomia a serem observados: a elaboração dos programas das interfaces, com especificações ergonômicas a serem consideradas e os requisitos funcionais esperados, e sua utilização, considerando a capacidade cognitiva humana (Fernandes, 2008).

#### *3.4.2.1.1 Definição dos recursos da IHC*

Ao se projetar IHC deve-se levar em consideração o modelo mental dos usuários reais do sistema, afirma Schneider (2015), onde ao modelar o sistema, o desenvolvedor deve se orientar pelo entendimento do usuário acerca do sistema, adotando nas interfaces a linguagem, os padrões e a lógica dos usuários. Neste aspecto a participação dos usuários, um dos preceitos da ergonomia para usabilidade será fundamental, e visto mais adiante. Assim, ainda segundo Schneider (2015), o objetivo é construir uma IHC que reflitam a cultura e as necessidades de quem, de fato, utilizará o sistema. Assim, as considerações sobre o domínio do usuário,

novamente reforçado aqui, devem ser levadas em conta desde a especificação dos requisitos, onde também deverão ser considerados os aspectos de usabilidade (FERNANDES, 2008).

Em Matias, (2001) é evidenciada uma tarefa bastante complexa para os desenvolvedores e engenheiros de software ao projetar interfaces de software para o usuário: “conciliar duas capacidades de processamento de informação extremamente poderosas e diferentes, a capacidade do homem e a do computador”, o que reforça novamente a importância de envolver o usuário na concepção dos sistemas. Novamente a relevância da ergonomia surge aqui nos aspectos sociotécnicos, quando é caracterizada a relação interface-homem-sistema. [REF-SOCIO]. Os recursos na elaboração do projeto de uma IHC são definidos na etapa de elicitação dos requisitos, onde são especificados os requisitos funcionais, para que o usuário consiga realizar suas tarefas, e os requisitos não funcionais, como a questão da usabilidade (JUNIOR, 2017).

Outras considerações ergonômicas devem ser levadas em consideração como fator para uma boa usabilidade em uma interface:

## **DIRETRIZ 26**

Considerações ergonômicas para uma boa usabilidade em uma interface

- posição adequada do monitor,
- iluminação,
- ambiente de trabalho,
- temperatura,
- ruído,
- aspectos para executar atividades com conforto e segurança.

### *3.4.2.1.2 A importância da IHC no contexto da dos resultados da atividade homem-computador*

O hardware na área da TI evoluiu muito nesses últimos anos, trazendo contribuições à gestão dos negócios. Acompanhando essa evolução e também as mudanças do perfil do cliente da TI, em seus profissionais, também se aprimoraram. Para alcançar a qualidade, produtividade e efetividade nas atividades relacionadas a

sistemas empresariais e à TI, que são requeridas pelo mercado de trabalho, há necessidade de um perfil profissional que contemple o domínio das habilidades técnicas, de negócio e comportamentais.

Durante muitos anos, esforços foram concentrados para o desenvolvimento e o aprimoramento do hardware em si, mas nos últimos anos estão sendo concentrados inúmeros esforços na área de engenharia de sistemas, que apontam para uma série de estratégias de concepção e desenvolvimento de projetos (SABADIN, 2016). As interfaces com os usuários têm sido alvo de inúmeras abordagens no sentido de obter melhor atuação dos mesmos. Em Sabadin (2016), mostra que outro aspecto se refere à qualidade dos sistemas, a solução de problemas reais do usuário e a sua satisfação. Vale lembrar que, para que um sistema por mais recursos e capacidade que tenha, a forma como o usuário interage com ele, é definida pela qualidade da interface.

Segundo a ISO/IEC 9126, em Freitas (2015), para se avaliar a qualidade de um software, a “Qualidade de Uso” é um dos principais pilares, e se resume na capacidade do produto em ser entendido pelo usuário final, está no quanto ele consegue ser interativo. Para isso, Freitas (2015) ressalva, que é necessário desenvolver uma metodologia de especificação, avaliação e controle no ciclo de desenvolvimento de um produto que atenda às necessidades do cliente, dentro do escopo previamente acordado, pensando sempre na qualidade para o usuário final.

A necessidade da construção de uma interface amigável ao usuário, reforça Gaspar (2021), é fundamental em um sistema, pois determina como as pessoas vão interagir com o mesmo. Quando uma interface é bem projetada, ela é compreensível, agradável e controlável. A Engenharia de Usabilidade (CIN-UFPE, 2021), está constantemente levantando considerações e definindo aspectos a serem considerados para a construção de interfaces utilizando métodos e princípios de usabilidade. Freitas (2015), afirma esta consideração ser um aspecto fundamental em um modelo de qualidade sendo essencial no caso de sistemas críticos, em que um erro de operação pode ter consequências severas, determinando uma das características mais marcantes de um software, pois exerce influência determinante sobre a impressão da qualidade percebida (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2015).

Quando falamos em qualidade em uso, também vamos além do campo do design, onde a ergonomia é enfatizada, conforme em Freitas (2015), visando a satisfação no uso e a interação do usuário com o produto. Ao considerar o tipo de atividade do cliente se considerarmos nos requisitos os processos relativos à

utilização, segurança e eficiência, é possível chegar a um produto que otimize o tempo que ele leva para concluir suas atividades no software, e acarretará uma experiência agradável de uso quando suas funcionalidades forem capazes de agregar valor às tarefas que o usuário precisa executar.

Novamente em Junior (2017), é abordado o tema de que a qualidade depende da especificação adequada dos processos que serão realizados na produção de um bem ou serviço, incluindo as margens de tolerância desejada dos resultados.

A qualidade exige que os procedimentos sejam concebidos de forma a maximizar a produção de bens e envolve a definição de procedimentos e padrões apropriados e a verificação de que eles sejam seguidos, e estão diretamente relacionados com a inspeção do produto, controle de qualidade e melhoria do processo. É uma técnica simples que assegura a qualidade através da aplicação de inspeções e auditorias a elementos intermediários do produto e do processo (NIELSEN, 1994). Algumas características essenciais que medem a qualidade de uso de um sistema:

#### **DIRETRIZ 27**

O que deve ter para qualidade de uso de um sistema:

- **Ser Compreensível**, de fácil entendimento pelo usuário em relação as funcionalidades;
- **Ser Operacional**, facilitando o uso e principalmente o acesso de suas funções;
- **Ter “inteligência” para evitar os erros** mais comuns do usuário, como a criação de alertas e validação das ações, antes de prosseguir para outra tela;
- **Oferecer uma linguagem universal**, acessível à todas as pessoas, inclusive com deficiência;
- **Ter boa apresentação**, com design e layout diferenciados.

#### 3.4.2.2 Considerações para uma boa usabilidade

A Ergonomia de Software estuda a aplicação dos fatores humanos a todos os aspectos da relação entre o ser humano, a máquina e o ambiente, que influencia diretamente a segurança, a eficiência, a aceitação e a satisfação no uso de tais sistemas (JUNIOR, 2017). Abrange ainda toda a especificação das ferramentas, das funções e da conceituação e realização das diversas técnicas e formas de diálogo a serem usadas nos sistemas, assim como, diretrizes para o projeto das interfaces do usuário do sistema (OLIVEIRA; SILVA, 2011).

A importância da interface se torna evidente, quando em Gaspar (2021), onde ilustra que existem alguns aspectos que reforçam esta importância, tais como: a disseminação do uso de sistemas a partir de diversos tipos de equipamentos como tablets e celulares; o aumento da complexidade dos sistemas; a preocupação com a qualidade do software de acordo com a característica da usabilidade, evidenciando a necessidade de adotar práticas para otimizá-las.

As características funcionais necessárias às atividades do usuário, são definidas na etapa de definição dos requisitos do sistema, e na arquitetura do sistema, onde serão definidas as telas, com os recursos necessários em cada uma, para uma navegação adequada e boa utilização. A questão da definição dos requisitos é um aspecto importante na definição de qualquer sistema (BATISTA; NEVES e OLIVEIRA, 2018).

No caso de um sistema interativo, a determinação de tais requisitos torna-se mais complexa, pois os aspectos técnicos e humanos inerentes a este tipo de sistema devem ser considerados em simultâneo e infelizmente, a literatura não apresenta propostas integradoras para uma sistematização para tais considerações. Assim, evidencia Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), que cabe aos gestores do projeto incluir na equipe especialistas em usabilidade para aplicar métodos que considerem os aspectos humanos (NIELSEN, 1993).

A ergonomia organizacional no caso, propõe o uso de tecnologias e novos métodos de trabalho para viabilizar as ações com foco em melhores resultados para a organização. Como exemplo, podemos citar Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), que descrevem uma abordagem sistemática de engenharia de requisitos, através da TAREFA (Task Based Requirements Engineering Framework), que visa preencher esta lacuna e consiste de uma estratégia de Engenharia de Requisitos concebida especificamente para sistemas interativos, baseada na integração de conceitos, modelos e técnicas de Engenharia de Software e de IHC.

Essa técnica, citada aqui como exemplo, visa a determinação dos objetivos, das funções e das restrições de um sistema através da integração de técnicas como por exemplo, análise de tarefa, análise dos cenários de um sistema interativo a ser desenvolvido, levando em conta a compreensão do contexto do sistema atual.

Visa ainda, continua o autor, a propor soluções a problemas típicos da Engenharia de Requisitos, rastreabilidade, comunicação usuário-analista, participação do usuário no processo e adotar o conceito de casos de uso, enfim, medidas para no final do processo, obter um conjunto de modelos e orientações a serem utilizadas no processo de testes e desenvolvimento (CYBIS et al., 1998).

Podemos ver neste caso, citado como exemplo, de como a ergonomia organizacional pode contribuir ainda, nos aspectos do trabalho participativos em todos os níveis do processo, onde será fundamental boa integração das equipes, com participação de usuários e equipe de desenvolvedores devidamente qualificada através de processos de identificação de competências e qualificação. Conforme Oliveira (2015), o projetista deve também ficar atento a questões como fadiga e esgotamento do usuário, e é importante fazer análise dos tempos que as tarefas mais significativas levam, e como fazer para melhora-los, cabendo aqui novamente o apoio da ergonomia, através da AET.

Um dos desafios para os envolvidos nos projetos é a escolha das funcionalidades e a necessidade de se integrar as demandas de usuários iniciantes, que procuram simplicidade de operação, com as dos usuários experimentados que desejam um conjunto maior e mais complexo de funcionalidades e rapidez na operação. Em Bashar e Easterbrook (2000), a dificuldade da especificação por parte dos usuários é ressaltada. Assim, Oliveira (2015), faz as seguintes considerações a serem realizadas pelo projetista, considerando os usuários segundo sua frequência de uso:

Usuário novato: o objetivo do projetista é diminuir o nível de ansiedade desses usuários o que pode acarretar dificuldades no aprendizado e desestimular a utilização. Pode ser utilizado vocabulário no contexto da aplicação, com informações de ajuda e tentar reduzir o número de ações para a realização de tarefas, sempre apresentando feedback informativo acerca da realização das tarefas e mensagens de erro construtivas devem ser emitidas sempre que um erro for cometido. Assim, o usuário ganha confiança, e obtenha reforço positivo.

Usuário intermitente: já os usuários intermitentes com algum conhecimento são aqueles que tem certo contato com diversos sistemas, e conhecem a tarefa que querem desempenhar, mas podem não lembrar de todos os detalhes. Logo, através de menus bem estruturados, mensagens de fácil entendimento e guias para padrões frequentes de uso podem ajudar esse tipo de usuário na realização da tarefa.

Usuário experiente: os usuários experientes já são familiarizados tanto com o domínio da aplicação como com a interface. Eles, por outro lado, buscam performance, desejando realizar suas atividades o mais rápido possível, com curtos tempos de resposta, feedbacks breves e que não distraiam, e realizar as tarefas com o mínimo de comandos. Esses usuários costumam procurar formas de diminuir o número de passos para realizar uma tarefa, e são excelentes fontes de informação para “ideias construtivas” para os desenvolvedores (HARTSON E PYLA, 2012).

Em Saliba Júnior (2018), vê-se que alguns elementos de interfaces devem ser levados em consideração em projetos, como o vocabulário adotado; cores; gráficos e ícones; animações; uso de sons. A questão das cores, gráficos e são avaliadas por Costa Filho (2019), onde ressalta ainda aspectos na qualidade visual percebida, considerando o contraste entre cores, a complexidade do entorno, como atribuições críticas.

Ainda no tema dos aspectos gráficos na interface, de acordo com o artigo de Coetz (2019), visto no site da ELIPSE Software<sup>6</sup>, algumas considerações que devem ser abordadas no desenvolvimento de uma boa IHC:

Uso de cores, representação de valores e textos em destaque e uso de alertas. As telas devem como um todo ter cores discretas, atributo também comentado por Costa Filho (2019), e os dados mais importantes devem ser destacados por meio de cores que chamem a atenção do usuário, permitindo sua visualização sem esforço. Devem ser evitados também gradientes de cores no fundo das telas, pois afeta nossa percepção da cor. A cor do fundo também deve ser levada em conta, pois um fundo muito claro, por emitir maior quantidade de luz, pode ser cansativo ao utilizar a tela por longos períodos. Para objetos mais críticos nas telas, o uso de cores deve permitir que usuários portadores de daltonismo possam diferenciar os estados através de tons de cinza (COETZ, 2019).

Outros aspectos da IHC são demonstrados no apêndice K.

---

<sup>6</sup> A ELIPSE Software é um desenvolvedor nacional de IHC, em Sistemas SCADA.

### 3.4.2.2.1 *A participação do usuário*

De acordo com Matias (2001), existe uma relação direta entre os processos cognitivos humanos e a usabilidade de sistemas computacionais que procura associar a facilidade de aprendizagem, rapidez no desempenho da tarefa, baixa taxa de erro e satisfação do usuário.

A diversidade das características humanas como habilidades, formação, aspectos cognitivos e formas de trabalho, representa um enorme desafio aos projetistas de sistemas interativos. É fundamental que este reconheça a diversidade humana, identifique-a entre usuários, entenda que impacto ela provoca no projeto, além de aplicar técnicas para adequação (OLIVEIRA, 2015). Em pesquisas realizadas por Matias (2001), pesquisadores deste campo têm estudado e proposto uma série de instrumentos que oferecem suporte para o desenvolvimento de sistemas computacionais mais ergonômicos, tais como guias de recomendações e diretrizes, e propuseram oito critérios para avaliação da qualidade ergonômica de sistemas interativos, listados abaixo na diretriz 28:

#### **DIRETRIZ 28**

Critérios para avaliação da qualidade ergonômica de sistemas:

- **Condução:** refere-se aos meios disponíveis para orientar, e guiar o usuário na sua interação com o computador;
- **Carga de Trabalho:** diz respeito a todos elementos da interface que contribuam para reduzir a carga de trabalho perceptiva e cognitiva, aumentando a eficiência do diálogo;
- **Controle Explícito:** refere-se ao processamento de ações explícitas do usuário pelo sistema e ao controle que o usuário possui sobre este processamento;
- **Adaptabilidade:** diz respeito à capacidade do sistema se comportar de acordo com as necessidades e preferências do usuário;
- **Gestão de Erros:** refere-se aos meios disponíveis para prevenir ou reduzir erros e corrigi-los quando eles ocorrerem;

- Consistência: diz respeito à padronização de códigos, nomes, formatos, procedimentos, em contextos similares, e à diferenciação destes em contextos diferentes;
- Expressividade: qualifica o relacionamento entre um termo ou um sinal e a sua referência, o seu significado;
- Compatibilidade: refere-se à adequação das características do usuário como suas habilidades, memória, percepção, e da tarefa, e com o diálogo do sistema.

Aqui cabe como exemplo, ao apresentar modelos de recomendações que a ergonomia organizacional pode referenciar em um trabalho em conjunto com os analistas de TI na fase de elicitación de requisitos. O foco principal não é o aspecto ergonômico em si das recomendações, mas métodos de trabalho que indiquem a sua aplicação, e acompanhamento na fase de testes.

No artigo de Matias (2001), é visto ainda que são poucos os projetos que utilizam sistematicamente a ergonomia como instrumento durante o processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, o que contribui para gerar como resultado interfaces inadequadas e um número considerável de usuários insatisfeitos devido às dificuldades que enfrentam ao interagir com a máquina.

Podemos ver uma observação em Crozatti (1998), sobre a abordagem organizacional ao se preocupar com a estrutura, com os sistemas de informação, e com as políticas de gestão de recursos humanos e de desempenho da organização; enfatizando a questão da atuação da ergonomia nos processos de definição e avaliação dos critérios ergonômicos a adotar nos sistemas da informação.

Em Hossain (2012), também é visto que ao projetar uma interface, dois principais fatores devem ser sempre levados em consideração: a tela deve ser capaz de prender a atenção do operador com a máxima clareza de exibição e o projeto deve permitir que uma pessoa com nenhum treinamento ou pouca experiência possa utilizar o sistema com sucesso. O foco da questão é, fornecer diretrizes de projeto para realizar uma interface eficaz que permitirá que seus operadores operem de uma forma muito amigável, com o máximo operacional simplicidade.

Volta a questão das habilidades cognitivas na “criação”, onde no artigo da Estácio (2021), cita as chamadas “funções executivas” incluem ações de sequenciamento, resolução de problemas e flexibilidade, e algumas dessas

habilidades podem ser usadas para integrar as informações na mente, para que possam ser compreendidas. Outro aspecto a ser considerado no tocante a permitir uma boa usabilidade para interface, onde Oliveira (2015), apresenta que os projetistas devem concordar que o conjunto das atividades do usuário devem ser identificadas antes que o projeto possa prosseguir. De acordo com Oliveira (2015), a fim de facilitar a execução de uma atividade, as ações de tarefa de alto nível podem ser decompostas em múltiplas ações. Por outro lado, definir o conjunto apropriado de ações a executar é uma tarefa complicada, pois os usuários podem se frustrar, se o número de ações necessárias for muito grande, com excessivas trocas de telas.

Também devemos considerar nas interfaces, de acordo com Oliveira (2015), é o fato do usuário usualmente se deparar com muitas informações apresentadas pelos sistemas, através de um número excessivo de telas. Outro problema aqui, é que em função da quantidade de informações, às vezes uma determinada informação crítica pode passar despercebida. Existem algumas técnicas para se conseguir a atenção do operador:

- Intensidade; Mudando a intensidade de textos para situações em que queria atrair a atenção do usuário;
- Marcação; sublinhe, ou um indicador como um asterisco;
- Tamanho; Tamanhos maiores atraem mais atenção.
- Cores. Use no máximo quatro padrões de cores, deixando algumas apenas para ocasiões onde se queira atrair a atenção;
- Cores piscando. Trocar de cores, em áreas limitadas.
- Áudio. Tons suaves devem se utilizar para feedback positivo enquanto que tons mais agudos servem para alertar os usuários em situações raras de emergência.

Os objetivos da abordagem ergonômica na interação humano-computador são os de produzir sistemas com boa usabilidade, seguros e funcionais. Nesse contexto, o termo sistemas se refere não somente ao hardware e software, mas a todo o ambiente que usa ou é afetado pelo uso da tecnologia computacional. Durante o projeto de interface é necessário que se faça uma análise mais detalhada, como especificação de requisitos, módulo de qualidade e perfil dos usuários, conforme cita Pinho (2016), “metodologia centrada no utilizador”. Abordando novamente o tema da importância do usuário no contexto dos sistemas em Nielsen (1993), é apresentada a

questão de conhecê-lo, entender como pensam, aprendem e resolvem problemas, onde Oliveira (2015), afirma que, todo projeto deveria começar com o entendimento com a equipe de usuários.

O tema se torna fundamental para desenvolvedores que buscam cada vez mais melhorar suas aplicações ao focar em qualidade. A participação dos usuários, pelo seu conhecimento do domínio da utilização, durante o processo de desenvolvimento é fundamental para essa melhoria, pois quando um sistema interativo é bem projetado, ressalta Junior (2017), possibilita que o usuário possa se concentrar em seu trabalho com prazer e a dificuldade na sua operação desaparece.

As pessoas representam a parte mais importante de uma organização, pois o sucesso organizacional depende diretamente da capacidade dos indivíduos para desempenhar suas atividades de forma efetiva. Em sua pesquisa, Oliveira e Valença (2017), mostram que a adoção de sistemas de informação depende tanto de treinamento quanto da participação dos usuários no processo de desenvolvimento.

Nesse sentido, os autores ressaltam em seu artigo, que as organizações precisam buscar o desenvolvimento das capacidades dos seus funcionários em todos os níveis hierárquicos, para que a organização possa evoluir de maneira consistente. Outro aspecto interessante observado por Gaspar, (2021), é que além de diminuir os erros, a participação do usuário durante o processo de desenvolvimento, propicia a ter maior aceitação do produto, pois eles fizeram parte de todo o processo de desenvolvimento, ou seja, se sentem “donos” do mesmo. Com o cada vez mais crescente uso dos computadores e dispositivos para acesso aos sistemas, Pressman (2016), considera que as interfaces bem projetadas vão adquirindo cada vez mais importância, e que um projeto de interface para usuário significa muito mais do que projetar telas com bom visual.

O aspecto do conforto, e uma utilização agradável, é muito mais complexo do que aparenta ser a princípio, e os itens segurança e eficiência são partes importantes deste contexto, afirma ainda Pressman (2016). Dos objetivos que fazem parte do desenvolvimento de uma IHC, a usabilidade é o termo que define a facilidade com que as pessoas podem empregar uma ferramenta ou objeto a fim de realizar uma tarefa específica.

Segundo a ISO 9241-11 (Guidance on Usability, 1998), usabilidade é a amplitude de uso de determinado produto por seus usuários, de modo que possam realizar tarefas de maneira efetiva, eficiente e satisfatória num contexto definido NBR

9241-11, (2002). Ainda Gaspar (2021), a definição de usabilidade está inserida num conceito bem mais amplo, que é o de aceitabilidade de um sistema. De acordo com (1993) [Nielsen], a aceitabilidade de um sistema é uma combinação de sua aceitabilidade social e prática, a aceitabilidade prática de um sistema existente pode ser avaliada segundo os critérios de custo, suporte, confiabilidade e utilidade. Finalmente, Cybis, Betiol e Faust (2015) fazem uma consideração que ao respeitar a experiência do usuário permitem conduzir a recomendações, que levam à melhoria de aspectos importantes na interface:

### **DIRETRIZ 29**

Melhoria de aspectos importantes na interface:

- Prever atalhos.
- Permitir aos mais experientes contornarem uma série de seleções por menu através da especificação de comandos ou de atalhos de teclado.
- Prever a seleção de entradas simples ou múltiplas, de acordo com a experiência individual.
- Autorizar diferentes modos de diálogo correspondentes aos grupos de usuários, com ênfase para a presteza adaptada à formação do usuário, por exemplo.
- Fornecer tutorial passo a passo para os novatos.
- Favorecer ao usuário a escolha do nível de detalhe das mensagens de erro em função de seu nível de conhecimento.

#### *3.4.2.2.2 Avaliação e testes de usabilidade*

A avaliação é um passo importante no desenvolvimento de interfaces interativas e de qualidade, sua avaliação deve ser observada durante o decorrer do processo, como já foi citado. O ideal de acordo com Junior (2017), é que a avaliação ocorra durante o ciclo de vida do sistema e os resultados obtidos sejam utilizados para melhorias gradativas da interface, avaliando os requisitos funcionais, se atende às funcionalidades exigidas e, ainda, às considerações da usabilidade. Os métodos de avaliação disponíveis estão divididos em inspeção e testes de usabilidade.

Os métodos de inspeção têm como característica a busca, por parte de especialistas em interfaces, de possíveis problemas de usabilidade, e podem ser aplicados em qualquer fase do desenvolvimento de um sistema e o resultado é um relatório formal identificado com recomendações de mudanças (NETO, SIQUEIRA, SOUZA e RIBEIRO, 2017). Sem dúvida, a avaliação da interface humano-computador constitui tema complexo e que não se esgota num único capítulo. Afinal, quando falamos de avaliação da IHC, estamos nos referindo não só a métodos e critérios mais tradicionais, como também a estudos que se encaminham para novos rumos, incorporando elementos gerais de avaliação de interfaces computacionais e, ainda, parâmetros para definição dessas interfaces (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2015).

Vários são os métodos aplicados na avaliação, sendo realizado pela equipe de desenvolvedores, e podem ser facilmente integrados aos mais variados esquemas de produção de software. Os resultados são rápidos e fornecem concretas evidências de quais aspectos da interface devem ser aperfeiçoados, conforme visto em mais detalhe no capítulo seguinte.

A interface homem computador é um campo de estudo que ganhou notoriedade nos últimos anos, principalmente nas relações entre as pessoas e os computadores. Atualmente, grandes sistemas são populares pelas suas capacidades computacionais e funcionais oferecidas aos usuários, mas há muito se notou a necessidade de gerar interfaces simples, claras e que ofereçam não somente melhores, como também novos meios de comunicação que tornem as interações com máquinas mais agradáveis e próximas da realidade humana (OLIVEIRA; FERREIRA; FURST, 2013).

E, ressalta Matias (2001), tem sido um verdadeiro desafio para os projetistas de sistemas de informação coletar, tratar e selecionar informação dentro de um universo que aumenta em complexidade continuamente, para depois apresentá-la da forma mais apropriada à cognição dos usuários que interagirão com o aplicativo.

Hoje, com o nível de informatização dos serviços utilizados diuturnamente pela sociedade, já que o computador vem sendo utilizado como veículo de informação, ensino-aprendizagem, entretenimento, negócios, segurança, saúde, a acessibilidade e a usabilidade de IHC são fatores de qualidade imprescindíveis a serem considerados nos sistemas de TI (SCHNEIDER, 2014).

O gestor da TI deve sempre ter clara a visão da abordagem sociotécnica no processo de desenvolvimento de sistemas. No tocante às habilidades de gestão, como apoio da ergonomia à organização, conceitua-se o gestor como uma função,

não um cargo, nem uma profissão. As habilidades requeridas dos gestores sempre envolvem a atuação associando pessoas ou recursos humanos com projetos ou atividades.

O projeto de interfaces, como visto, é um dos pontos críticos no processo de software e exigirá da gestão a formação das equipes adequadas para a condução do desenvolvimento, conforme Rezende (2015), um fator importante, haja vista a multidisciplinaridade do tema das IHC. E ergonomia entra aqui com a identificação dos perfis técnicos e sociais para a formação de um grupo coeso e colaborativo.

O quadro 12, abaixo, ilustra os pontos críticos deste capítulo e as ações ergonômicas correspondentes para mitiga-los.

Quadro 12 – Interface Homem Computador

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância da interface IHC; Aplicação de conceitos de TI;	Adequação de processos, métodos, procedimentos e afins; Cultura organizacional;
Definição de especificações; Aspectos funcionais; Aspectos de usabilidade;	Trabalho cooperativo; Habilidades de comunicação; Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado Observar os aspectos da cognição humana; Memória, Percepção
Inclusão das especificações na etapa de requisitos; Negociação equipe técnica x stakeholders;	Métodos de trabalho; Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Habilidades de negociação; Necessidade de modernização/ atualização;
Uso de tecnologia e qualificação;	Necessidade de modernização;
Relação usuário x ambiente x sistema;	Aspectos sociotécnicos;
Aspectos cognitivos do desenvolvedor ao identificar as necessidades do usuário;	Observar os aspectos da cognição humana; - Abstração; - Memória, Percepção, Habilidades Executivas;
Qualidade necessária para bons resultados e satisfação do usuário;	Gestão da qualidade;
Resultados, eficiência, fundamental em uma interface;	Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais, tecnológicos; Soft Skills;
Necessidade de conhecimentos técnicos; Relações humanas;	Hard Skills; Soft Skills;
Trabalho participativo, multidisciplinar;	Os projetos participativos; O trabalho cooperativo;

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Considerações em usabilidade; Especialistas em design e usabilidade;	Mudança na tecnologia; O parecer de um especialista; Análise heurística; Ergonomia de software;
Experiência do usuário a considerar fortemente em todas as fases do projeto;	Os projetos participativos; O trabalho cooperativo; Negociação; Consideração da USER-X;
Avaliar a dificuldade do usuário;	AET – Análise Ergonômica de Trabalho;
Necessidade de testes,	Conceito de testes; Testes de usabilidade;

Fonte: o autor (2021)

Diversos aspectos foram aqui abordados no desenvolvimento de interfaces adequadas, e sob diversos destes aspectos podemos ressaltar a participação de especialistas na área, com enfoques conforme o tema.

Neste capítulo, foi visto que as interfaces homem-computador merecem um destaque no processo de software, pois os recursos que forem previstos em um sistema, serão disponibilizados ao usuário através da IHC. Identifica-se então a relevância em dar atenção às especificações em seu projeto, implementação e testes. Percebe-se de início a necessidade da abstração, da cognição humana ao perceber as necessidades do usuário, e conseguir expressar as informações para os desenvolvedores, os hard skills, como visto em modelagem de sistemas.

Um aspecto fundamental seria que as especificações da interface a ser desenvolvida já serem bem definidas no início do processo, pois foi visto os transtornos e custos para alterações realizadas já em fase de implementação ou testes. Daí um dos aspectos importantes volta a questão, a participação dos soft skills, com sua habilidade na condução de processos e negociação com a equipe. Aqui novamente cabe a consideração humana nos aspectos sociotécnicos, na relação homem-interface-computador. Nesse aspecto, entra a ergonomia organizacional, com os aspectos humanos e a necessidade, por outro lado de obter resultados para a organização.

A ergonomia de software participa aqui fortemente nas questões de considerações, como as heurísticas de Nielsen para garantir boas usabilidade da interface. O trabalho em equipe também é um dos aspectos importantes nesta etapa,

pois envolve trabalho colaborativo ao definir as especificações com a participação do usuário, apresentar um modelo aos stakeholders e por fim conseguir que os desenvolvedores interpretem suas representações de forma a obter o resultado esperado, através do trabalho cooperativo e negociação.

### **3.4.3 Testes de software**

O tema testes de software é abordado em inúmeros artigos e em livros de diversos autores. Cada um aborda o tema de formas diferentes, com inúmeras técnicas e considerações; em alguns chegam a compará-los e sugerir uso combinado.

Como o foco de nosso trabalho é avaliar os aspectos ergonômicos em desenvolvimento de sistemas, os testes são uma etapa fundamental e optamos por usar a norma ISO/IEC 9126 relaciona um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um software de qualidade.

#### **3.4.3.1 Definição de testes por etapas**

A área de testes de software vem se tornando cada vez mais importante para que o desenvolvimento de sistemas atinja um alto nível de qualidade e confiabilidade. Um software que apresenta erros e falhas após a sua entrega para o usuário final fatalmente não irá obter uma boa aceitação (GASPAR, 2021). A questão relativa a planejar os testes é reforçada em Gaspar (2021), no foco de evitar falhas em um sistema, quando cita que além da não aceitação pelos usuários, e que os desenvolvedores também gastam muito tempo para a correção de erros muitas vezes complexos que poderiam ter sido identificados na fase inicial, nos primeiros testes. Tudo isso pode aumentar significativamente o custo do desenvolvimento. O ideal é que os testes de software sejam parte essencial desde o planejamento do projeto, passando por todas suas etapas e indo até a finalização e entrega do software totalmente funcional (AMORIM et al., 2016). Nielsen (1993), observa ainda que antes de qualquer teste ser realizado, deve-se esclarecer o propósito do teste, pois terá um impacto significativo sobre o tipo de teste para ser feito e a forma de conduzir. A atividade de testar software, é complexa, podendo ser mais difícil elaborar bons casos de teste do que produzir o próprio software. Assim, muita sistematização e controle

são necessários para que a atividade de teste de software seja uma atividade de engenharia com resultados efetivos e previsíveis (WAZLAWICK, 2013).

A função do teste é mostrar que um programa realiza o que é proposto a fazer e para evidenciar os defeitos do programa antes de sua utilização pelo usuário. Os resultados do testes, conforme abordado em Sommerville (2011), são analisados à procura de erros, ou informações sobre os requisitos não atendidos do sistema. O processo de teste tem, portanto, dois objetivos distintos:

1. Demonstrar ao desenvolvedor e ao cliente que o software atende a seus requisitos.
2. Descobrir situações em que o software se comporta de maneira incorreta, indesejável ou de forma diferente das especificações, representando defeitos de software.

### **DIRETRIZ 30**

#### **Realização de testes de software:**

- Determinar que os testes de software sejam parte essencial desde o planejamento do projeto;
- Tornar sistematização e controle necessários na atividade de teste de software sendo uma atividade de engenharia com resultados efetivos e previsíveis;
- Demonstrar ao desenvolvedor e ao cliente que o software atende a seus requisitos;
- Descobrir situações em que o software se comporta de maneira incorreta, indesejável ou de forma diferente das especificações, representando defeitos de software;
- Elaborar prototipação, pois é um processo importante no desenvolvimento de software, permitindo a avaliação do sistema durante seu desenvolvimento, auxiliando no amadurecimento das ideias e favorecendo o engajamento da equipe no processo de criação.

O processo de testes utiliza diversos procedimentos, critérios, ferramentas e técnicas visando através desse grupo de possibilidades evitar que erros sejam corrigidos antes da entrega ao usuário. Dessa forma, também afirmam Amorim et al.

(2016), que a atividade de testes se torna uma etapa fundamental para a busca pela qualidade durante todo período do desenvolvimento do projeto de software (PRESSMAN, 2016). Realizar testes de software, não é uma atividade simples, e segundo Crespo, et. al. (2004), exige além dos conhecimentos específicos, habilidades e infraestrutura adequada, e reflete atualmente no comportamento das empresas na busca em otimizar os processos de testes adotados.

Apesar de as técnicas de teste de software mais utilizadas terem sido estabelecidas na década de 70, as empresas têm uma grande dificuldade com essa atividade, o que pode ser um reflexo da falta de profissionais especializados na área ou ainda das dificuldades em implantar um processo de teste utilizando as técnicas existentes na literatura (CRESPO et al., 2004). Os testes, por outro lado, não garantem que o sistema não apresente defeitos ou se ele se comportará de acordo com o especificado, e Sommerville (2011) mostra que, apesar dos testes, poderão surgir mais defeitos no sistema: “Os testes podem mostrar apenas a presença de erros, e não sua ausência”.

Relativamente à questão do conceito de “erro”, Wazlawick (2013) apresenta alguns termos que, poderiam ser considerados sinônimos, mas que na literatura de testes têm significados bastante precisos:

- a) Um erro é uma diferença detectada entre o resultado de uma computação e o resultado correto ou esperado;
- b) Um defeito é uma linha de código, bloco ou conjunto de dados incorretos que provocam um erro observado;
- c) Uma falha é um não funcionamento do software, possivelmente provocada por um defeito, mas com outras causas possíveis;
- d) Um engano, ou erro humano, é a ação que produz ou produziu um defeito no software.

A área de teste de software ocupa-se principalmente das falhas provocadas por defeitos para que os defeitos sejam corrigidos e, assim, essas falhas nunca mais ocorram (WAZLAWICK 2013). Já a área de ergonomia, se preocupa com o aspecto humano do erro, no caso a falha humana (JESUS SILVA et al., 2017). Conforme Lida (2005), “... o erro humano é um ato involuntário que se desvia daquele normal ou pretendido. O erro humano está relacionado com o processamento cognitivo humano”. O erro humano é considerado, quando uma sequência do processo da atividade mental falha na busca do resultado esperado, e na relação do homem com a máquina,

o equipamento é cada vez mais confiável, enquanto que o fator humano continua sendo a questão mais discutível no que se refere falhas (JESUS SILVA, et al., 2017). Um erro não indica necessariamente falta de conhecimento dos pressupostos para o projeto, mas podem ser decorrentes de condições circunstanciais como estresse ou desatenção. Os lapsos, são uma condição possível do indivíduo que acessa a memória e, portanto, configuram um esquecimento ocasional, mas que, todavia, pode, em alguns casos, levar a consequências indiretas de descumprimento de regras (GOMES FILHO; VANZIN; FORCELLINI, 2009).

Como forma de prever as diversas condições que possam levar a falhas em um sistema, a ergonomia organizacional atua aqui na forma de prever tecnologia e métodos de trabalho (SANDHOF, 2006). Assim, o processo de software, visto em diversos artigos e autores, recomendam que determinadas diretrizes como testes durante o ciclo do projeto seja feita de forma incremental evitando uma série de transtornos e desperdício de recursos além da imagem com o usuário final. Em Crespo, et. al. (2004), ressalta-se que a atividade de teste exige conhecimento (SGOBBI, ZANQUIM, 2020), planejamento, projeto, execução, acompanhamento, recursos e também uma grande interação com as outras equipes. Na elaboração do planejamento do teste, uma das etapas é a elaboração da estratégia de teste. A estratégia de teste compreende a definição dos seguintes itens: O nível de teste, isto é, a definição da fase do desenvolvimento do software em que o teste será aplicado; A técnica de teste a ser utilizada; O critério de teste a ser adotado; O tipo de teste a ser aplicado no software. Os níveis de teste vão estabelecer diferentes objetivos para as atividades de teste. A maioria dos objetivos de teste está relacionada à verificação. Em geral, apenas o teste de aceitação é efetuado visando à validação do software (PRESSMAN, 2016).

Wazlawick (2013) afirma que, enquanto a atividade de teste consiste em executar sistematicamente o software para detectar erros, a depuração é a atividade que consiste em buscar a causa do erro, e pode ser uma atividade dispendiosa, dependendo de uma série de fatores, como a natureza do erro, quanto tempo depois foi detectado ou se foi previsto no contrato de desenvolvimento. Nota-se que, em uma situação ideal, já está especificado no requisito o comportamento do software em que uma situação de falha seja provocada externamente, evidencia Crespo, et. al. (2004), caso o software se comporte de acordo com sua especificação e a falha ocorra, pode-se dizer que é uma situação prevista, e o sistema nesse caso, está livre de defeito.

Um conceito interessante de observar é ilustrado por Crespo (2004), relativo aos termos verificação, validação e teste:

- a) Verificação: consiste em analisar o software para ver se ele está sendo construído de acordo com o que foi especificado;
- b) Validação: consiste em analisar o software construído para ver se ele atende às verdadeiras necessidades dos interessados;
- c) Teste: é uma atividade que permite realizar a verificação e a validação do software.

O objetivo final dos processos de verificação e validação é confirmar de que o software está “pronto para seu propósito”, onde apresenta Sommerville (2011), o nível de confiança exigido para os testes depende da finalidade do sistema, das expectativas dos usuários do sistema e da organização, cabendo então adotar critérios adequados em cada caso. Podemos identificar claramente aqui a necessidade do conhecimento técnico na área de tecnologia da informação para a realização e condução adequada dos testes, esse conhecimento, exige os “*hard skills*”, pessoas com conhecimentos específicos adquiridos para determinada atividade. De nada adianta, porém, esse conhecimento sem pessoas que gerenciem, essa atividade, o planejamento e a gestão das equipes. Cabem aqui os “*soft skills*”, cujas habilidades serão necessárias, nesse contexto do trabalho cooperativo (Penhaki, 2019).

A NBR ISO/IEC 9126<sup>7</sup> permite que a qualidade do produto de software seja especificada e avaliada em diferentes perspectivas pelos envolvidos em diversas etapas do desenvolvimento de um sistema, como, aquisição, requisitos, desenvolvimento, uso, avaliação, suporte, manutenção, garantia de qualidade e auditoria de software (ISO/IEC 9126, 2003). Esta norma pode ser utilizada por desenvolvedores e particularmente pelos responsáveis por especificar e avaliar qualidade do produto de software. Exemplos de usos do modelo de qualidade definido nesta parte da NBR ISO/IEC 9126 são para:

- Validar a completitude de uma definição de requisitos;
- Identificar requisitos de software;
- Identificar objetivos de projeto de software;
- Identificar objetivos para teste de software;

---

<sup>7</sup>ISO/IEC 9126 é uma norma ISO para qualidade de produto de software. Ela define um conjunto de parâmetros com o objetivo de padronizar a avaliação da qualidade de software.

Identificar critérios para garantia de qualidade;

Identificar critérios de aceitação para produtos finais de software.

A norma ISO/IEC 9126, apresentada no apêndice L, relaciona ainda um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um software de qualidade.

#### *3.4.3.1.1 Teste de Funcionalidade*

Os testes de funcionalidade têm como objetivo basicamente verificar e validar se as funções implementadas estão de acordo com o definido na elucidação dos requisitos. Em Wazlawick (2013) e Sommerville (2011), podemos ver a mesma abordagem: os testes de unidade são os mais básicos e verificam se um componente individual do software foi implementado corretamente, e costumam ser realizados pelo próprio programador, e não pela equipe de teste.

Testes de integração são feitos quando as unidades estão prontas, são testadas isoladamente e precisam ser integradas em uma nova versão de um sistema.

#### *3.4.3.1.2 Teste de Interface com Usuário*

O teste de interface com usuário tem como objetivo verificar se a interface permite realizar, de forma correta as, atividades previstas nos casos de uso. Mesmo que as funções estejam corretamente implementadas, isso não significa necessariamente que a interface funcione conforme esperado, sendo necessário realizar testes de forma objetiva e específica (WAZLAWICK 2013). O tema das interfaces com o usuário ou IHC, foi tratado especificamente no capítulo anterior, por se tratar de um assunto bastante crítico dentro do sistema software-hardware-usuário.

#### *3.4.3.1.3 Prototipação*

A prototipação é um processo importante no desenvolvimento de software, pois, além de permitir a avaliação do sistema durante seu desenvolvimento, auxilia a amadurecer as ideias e favorece o engajamento da equipe no processo de criação. Esta etapa impacta diretamente na produtividade de toda a equipe e gera valor ao

usuário (WAZLAWICK, 2013). Desta forma, os envolvidos em um projeto verificam as funcionalidades de um software de maneira simplificada e conferem se todos os recursos estão atendendo os requisitos estabelecidos.

Podemos observar aqui na colocação relativa ao uso de protótipos: "auxilia a amadurecer as ideias e favorece o engajamento da equipe no processo de criação", que a ergonomia organizacional, através do aspecto da cultura organizacional em seguir as boas práticas e recomendações (HARTSON; PYLA, 2012), tem um papel importante em criar diretrizes para seguir as considerações dos especialistas nas áreas, que em muitos casos beneficia o desenvolvimento do projeto como um todo.

Aplicando a técnica de prototipação, a equipe de desenvolvimento, os profissionais de UX Design, os stakeholders e principalmente os usuários, podem analisar se a arquitetura da interface está adequada, se o sistema oferece uma boa experiência para o usuário, e se todas as funcionalidades estão funcionando de acordo.

Alguns métodos de testes de software são discutidos no apêndice M.

#### *3.4.3.1.4 Testes de Usabilidade*

O desenvolvimento de sistemas de software coloca a usabilidade como um dos atributos de qualidade que orienta o processo de software, desde as especificações até os testes com usuário, e é um conceito que tem feito cada vez mais parte das considerações dos projetistas de sistemas de software (MACHADO, et al., 2014).

A avaliação heurística é um método de inspeção criado por Jacob Nielsen e Molich (1993), sendo um dos métodos mais utilizados para identificar problemas de sistemas. Esta é uma avaliação sistemática que pode ser aplicada por meio de uma lista de critérios, denominadas heurísticas, que devem ser observados na interface, suas características boas e ruins, a fim de perceber futuros problemas, que podem causar desconforto ao usuário, e possam ser resolvidos antes da entrega do sistema. (NIELSEN, 1993).

A principal aplicação da avaliação heurística é verificar a usabilidade de determinada interface. É necessário portanto, a participação de especialistas da área de usabilidade ou ergonomia que possam julgar criteriosamente sua conformidade ergonômica, com base em princípios reconhecidos pela usabilidade (NIELSEN, 1993).

### DIRETRIZ 31

Utilização conjunta de protótipos e testes de usabilidade, as interfaces com os usuários deverão ser avaliadas utilizando as heurísticas de Nielsen:

- Visibilidade do status do sistema: Transparência para o usuário
- Correspondência entre o sistema e o mundo real: Entendimento do negócio
- Controle e liberdade para o usuário: Construir caminhos flexíveis
- Consistência e Padronização: Facilitar a navegação do usuário
- Prevenção de erros: Confirmar as decisões do usuário
- Reconhecimento em vez de memorização: Instruir o usuário em sua tarefa
- Eficiência e flexibilidade de uso: Elaborar uma interface organizada
- Estética e design minimalista: Incluir apenas o imprescindível
- Ajuda aos usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros: Oferecer soluções aos problemas dos usuários
- Ajuda e documentação: Resolver com ajuda, antes de ser solicitado

#### 3.4.3.2 Testes e ação ergonômica

O quadro 13, abaixo, ilustra os pontos considerados críticos nesse capítulo, para efeito da pesquisa, onde foram identificados aspectos relevantes, nos quais as ações ergonômicas correspondentes podem ser aplicadas para mitiga-los. Os temas foram inseridos no quadro na ordem em que foram cotados no texto.

Quadro 13 – Testes de Software

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância dos testes; Aplicação de conceitos de TI;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional;
Definição dos testes a realizar; Planejamento;	Trabalho cooperativo; Habilidades de comunicação; Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado
Inclusão dos testes críticos na etapa de definição dos requisitos; Negociação equipe técnica x stakeholders;	Métodos de trabalho; Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Habilidades de negociação; Inteligência emocional; Influência;

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Atenção aos aspectos humanos;	Observar os aspectos sociotécnicos;
Consideração do erro humano; Confiabilidade x necessidade de testes;	Observar os aspectos da cognição humana; - Memória, Percepção, Habilidades Executivas; Métodos de trabalho; Estresse e carga de trabalho; Observar os aspectos sociotécnicos;
Necessidade de conhecimentos técnicos; Relações humanas;	Hard Skills; Soft Skills;
Adequação às normas;	Necessidade de modernização; Ética; Cultura organizacional;
Tipos de testes a realizar; Necessidade de trabalho em equipe;	Construção de equipe; Facilitação de grupos; Testes de usabilidade; Prototipação; Participação do usuário;
Repassar resultados dos testes às equipes de desenvolvimento-feedback;	Comunicação entre equipes;
Realização de testes funcionais; Realização de testes de usabilidade; Conhecimentos específicos;	O parecer de um especialista; Qualificação; Terceirização;

Fonte: o autor (2021)

Em alguns aspectos mais a nível organizacional, em um primeiro instante, a ergonomia pode influenciar a alta gestão quanto aos aspectos culturais no tocante à postura diante de questões críticas que impactem atingir os objetivos da organização. No caso. Ações proativas para garantir os resultados com especificações adequadas desde as etapas iniciais do projeto, como citam Souza e Sampaio (2012), em seu artigo, "(...) alinhar as pessoas para a direção escolhida, por meio da compreensão e aceitação".

Promover a importância da realização de testes adequados, é um aspecto importante a ser considerado, tanto interna como externamente, através de pressupostos e valores através da cultura organizacional (RAMOS et al., 2016).

#### 3.4.4 Infraestrutura de TI

A Tecnologia da Informação (TI) tem papel importante no cenário estratégico das organizações, uma vez que torna seus processos mais ágeis e transparentes. A cada dia mais atividades estão sendo automatizadas e, segundo Flores (2012), por outro lado, a TI vem trazendo também novos problemas em virtude do rápido crescimento do parque de computadores, sistemas, redes de comunicação, e toda a infraestrutura de apoio. Esse crescimento não ordenado causa uma série de transtornos para os gestores de TI, e precisam ser bem administrados (TEODORO; PRZEYBILOVICZ, 2014).

Dentro desse contexto, para atender mais especificamente às necessidades do desenvolvimento de um sistema, a organização deverá dispor de toda uma infraestrutura de apoio em TI, para a realização das tarefas relativas a todo o ciclo de vida do software.

Tal infraestrutura deverá comportar as demandas das diversas equipes, desde a fase de levantamento dos requisitos, definição do escopo, elaboração da EAP, modelagem do sistema, à fase da implementação em si e a todos os testes a serem realizados e serviços paralelos como documentação e acompanhamento das atividades. Isso sem falar da estrutura administrativa e de apoio da organização, que atuam de forma direta ou indireta (FLORES, 2012).

Vamos neste capítulo abordar os componentes dessa infraestrutura, a importância de sua gestão pelas organizações, e como esse tema pode ser apoiado sob a ótica da ergonomia. Observando os processos de software abordados no capítulo desenvolvimento de sistemas, vamos considerar nessa pesquisa três aspectos, em termos de infraestrutura: para as atividades de desenvolvimento, para as atividades de testes e para as equipes de apoio e áreas administrativas da organização. Inicialmente abordamos os aspectos e considerações comuns para as três situações e no final um enfoque específico sobre cada caso.

#### 3.4.4.1 Componentes da Infraestrutura de TI

A TI é abrangente e considera como parte integrante toda a infraestrutura, que vai desde o espaço físico até as pessoas que dão suporte para o bom funcionamento, e ainda todos os sistemas de informações na organização: o hardware, o software, o sistema de redes de comunicações, bancos de dados e procedimentos operacionais da organização (GASPAR et al., 2010). Assim, conforme Flores (2012), infraestrutura

de TI é a junção das máquinas, programas e pessoas que trabalham com a TI dentro de uma organização, onde o hardware e o software são o foco das áreas de TI. Dado o crescente tamanho e importância da TI dentro das organizações, desenvolveu-se a área de Gestão de Infraestrutura de TI. Para gerenciar estes crescentes recursos tecnológicos e humanos, as organizações utilizam sistemas e ferramentas de gerenciamento, que devem servir de apoio para essa tarefa, orientando e documentando todo o trabalho realizado na área, dentro da organização. Isto é importante, pois gera rastreabilidade e permite que a organização mantenha o mesmo padrão de qualidade durante um longo período de tempo, permitindo a melhoria contínua dos processos (FLORES, 2012). Porém, além de servir como base para a execução das tarefas, o sistema de gerenciamento pode cumprir o papel de controle e rastreabilidade, permitindo que sejam analisados resultados dentro de um determinado período. A estratégia organizacional é um processo de suma importância para a manutenção e evolução das organizações, no entanto, o aumento das diretrizes estratégicas na camada operacional muitas vezes é menosprezado.

Assim, é recomendado aos responsáveis pela gestão de infraestrutura de TI que observem as metas estratégicas da organização, e assim estabeleçam diretrizes para seu funcionamento, devendo ainda prever a implementação necessária no nível operacional (HONORATO; OKANO; LOBO, 2020).

#### 3.4.4.2 A importância de uma infraestrutura adequada

A adequação de uma infraestrutura de TIC à uma organização é um tema bastante explorado e com o passar dos anos foram criadas novas áreas, tecnologias e normas para sua gestão.

Atualmente, uma boa Gestão de Infraestrutura de TI pode levar uma organização a otimizar os recursos e os processos do próprio setor e da organização como um todo, além de dar mais resultados e ter colaboradores mais motivados a trabalhar.

Através de uma infraestrutura tecnológica de qualidade, consegue-se criar um bom ambiente de trabalho e com isso motivar os funcionários. E assim, por estar presente e tão impactante em todos os setores da organização é que a Gestão de Infraestrutura de TI é tão importante (FLORES, 2012).

Mais aspectos da infraestrutura de TI e seu impacto nas organizações são abordados no apêndice N.

### **DIRETRIZ 32**

#### Infraestrutura de TIC

Ações necessárias para estabelecer condições uma adequada infraestrutura de TIC:

- Conscientização da alta gestão: O crescimento do parque de computadores, sistemas e redes de comunicação, requer investimentos na infraestrutura de apoio;
- Atuação, com ênfase, na estratégia organizacional, garantindo apoio à infraestrutura de TIC como processo de suma importância para a manutenção e evolução das organizações;

#### *3.4.4.2.1 Governança de TI*

Governança de TI, é o termo usado para descrever a forma como as pessoas responsáveis pela organização realizarão a gestão de TI a níveis de supervisão, monitoramento, controle e nortes, considerando todos os aspectos envolvidos, como dimensionamento de hardware, definição de software e ferramentas, regras de disponibilização dos serviços e relação com os usuários, políticas de segurança da informação, gerencia de riscos, enfim, uma visão holística sobre as necessidades e como utilizar e aplicar os recurso de TIC na organização (BARROS, 2016).

### **DIRETRIZ 33**

#### Governança de TI

O conceito de governança com foco na Governança, prevendo:

- Alinhamento Estratégico: a Governança de TI garante que tanto os processos de negócio como os de tecnologia da informação estejam alinhados;
- Entrega de Valor: benefício importante da Governança de TI, assegurando que o setor de tecnologia da informação seja o mais eficiente e eficaz

possível, atuando em definição de normas, uso de boas práticas e garantir sua aplicação;

- Gerenciamento de Riscos: a Governança de TI permite que a organização visualize eventuais riscos para o negócio, proporcionando formas de minimizá-los;
- Gerenciamento de Recursos: neste caso, o papel da Governança de TI é garantir que a gestão dos recursos humanos e tecnológicos da organização sejam bem empregados;
- Mensuração de Desempenho: utilizando-se de indicadores que vão muito além dos critérios financeiros, a Governança de TI assegura uma medição e avaliação precisa dos resultados do negócio.

#### 3.4.4.2.2 *Ambiente físico*

Na abordagem de Freitas e Minette (2014), o objetivo da ergonomia é o estudo da adequação das tarefas e do ambiente de trabalho às características sensoriais, perceptivas, mentais e físicas dos indivíduos. É desta forma que se obtém melhorias em projetos de equipamentos, de sistemas homem-máquina, de produtos de consumos, de métodos e ambientes de trabalho. Nesse contexto, o posto de trabalho é o elo do sistema homem e ambiente, pois envolve o homem e os equipamentos que ele utiliza para realizar as suas atividades, e também o ambiente no qual ele está inserido dentro da organização.

Segundo Sousa, Pinto e Silva (2016), a ergonomia tem como foco dois principais objetivos. Um deles é relacionado a se obter produtividade da organização. O outro é focado na saúde, segurança e conforto dos indivíduos em seu ambiente de trabalho, onde conforto e a produtividade são características que devem ser correlacionadas nessa ciência.

Segundo apud Rio e Pires (1999), posto de trabalho é o local onde se encontram os mobiliários, equipamentos, materiais, máquinas, ferramentas necessárias para o trabalhador desempenhar seu trabalho, e deve apresentar um bom arranjo entre seus componentes, uma boa relação de distribuição física dos mesmos.

Ainda conforme Lida (2005), “o posto de trabalho é uma combinação produtiva que envolve uma pessoa e os equipamentos que ela utiliza para realizar seu trabalho, bem como o ambiente que o compreende”.

Em seu artigo, os autores Marques et al. (2010), afirmam que a ergonomia é um fator determinante no bom desempenho dos processos da organização, e que ao longo do tempo, ela se torna cada vez mais presente e necessária não somente nas atividades corriqueiras organizacionais, mas em todo o conjunto de procedimentos. Pudemos constatar esse fato nessa pesquisa, onde a ergonomia se envolve em todas as áreas de processo do desenvolvimento de um sistema.

A ergonomia, concluem os autores é favorável de maneira ampla, por abranger todo o segmento das instalações e mesmo processos da organização, melhorando o rendimento, e conseqüentemente, os resultados. Pode-se afirmar, assim, que o enfoque ergonômico se traduz atualmente, como mais um instrumento organizacional que produz eficiência e ganhos para os indivíduos e a organização.

Em seu artigo, Freitas e Minette (2014) procuraram expor de forma breve os benefícios da ergonomia, que contribui na análise de postos de trabalhos evitando métodos inadequados na execução das tarefas, facilitando a adequação ergonômica dos trabalhadores com a sua produtividade, ou seja, resultados positivos para ambas as partes, como citado anteriormente.

De acordo com Lida (2005), é imprescindível que cada posto de trabalho funcione bem. O mobiliário do posto de trabalho deve ser proporcionar a postura ideal para seu ocupante, fazendo com que o mesmo desempenhe suas atividades da melhor maneira possível (SAKAMOTO, 2014).

O conforto ambiental se divide em conforto térmico, conforto luminoso e conforto acústico. Segundo Lida (2005), a primeira condição de conforto é relacionada ao equilíbrio térmico, ou seja, para o equilíbrio na relação entre a quantidade de calor ganho pelo organismo e a quantidade de calor cedido ao ambiente. No conforto térmico tem-se a sensação térmica que é sentida, e não é igual para todos os indivíduos, para uma mesma temperatura uma pessoa pode ter a sensação de mais ou menos frio do que outras na mesma situação.

No conforto luminoso, para ter um bom desempenho é preciso que a uma iluminação seja de intensidade adequada, não apenas na realização das tarefas, mas que também seja benéfica para a saúde dos colaboradores.

No conforto acústico tem-se que para desempenhar um bom trabalho deve-se estar livre de ruídos que atrapalhem o colaborador em seu ambiente de trabalho. A exposição a ruídos excessivos pode acarretar problemas auditivos com o decorrer do tempo. O ruído ocasiona interferência na comunicação e redução na concentração (SAKAMOTO, 2014).

#### 3.4.4.2.3 *Ambientes de Tecnologia da Informação*

Atualmente, a tecnologia da Informação é um setor que participa estrategicamente do negócio para as organizações. Não há como isolar o tratamento da Tecnologia da Informação do planejamento estratégico organizacional, segundo Vicente, Costa e Goto (2018), e decisões sobre investimentos da área, envolvem todas as áreas da organização.

Por outro lado, afirma o autor, devido a evolução e aos investimentos necessários, a tecnologia da Informação passou a ter diversos desafios, conforme descrito abaixo:

Os investimentos em Tecnologia da Informação terão que render uma justificativa para o retorno; A atualização nos ambientes de Tecnologia da Informação, que ficam cada vez mais complexas; Redução de custos para a organização; Tecnologia da Informação alinhada com a estratégia da empresa.

Quando falamos em ambiente de tecnologia da informação, nos referimos a todo um conjunto de subsistemas, envolvendo hardware e software e infraestrutura básica/elétrica, climatização e mobiliário. No que se refere aos equipamentos de TI para as equipes de trabalho da organização, a Governança de TI junto aos gestores das áreas específicas, pode realizar a definição da configuração e padronização dos equipamentos necessários.

Como exemplo de caso, na STI-UFPE (Superintendência de Tecnologia da Informação da UFPE) são adotados três modelos de computadores, conforme a aplicação. O básico, para trabalhos administrativos onde são utilizados para acesso à internet, dos sistemas SIGs e uso de utilitários de escritório. Existem os avançados, utilizados pelas equipes de desenvolvimento e para quem precisa de maior poder de processamento. E os especiais, para processamento de alto desempenho e recursos gráficos de alta resolução (ETEM, 2021).

Esses modelos são atualizados anualmente ou conforme a necessidade, e disponibilizados no site da STI. A especificação é formalizada pela governança de TI da Superintendência, e a área técnica faz a especificação.

Como verificado em Barros (2016), a governança de TI da organização através do gerenciamento de recursos deve atuar nesse segmento, onde seriam definidas as especificações dos equipamentos, no caso, para as equipes de desenvolvimento, equipes de testes e pessoal administrativo e apoio.

No que se refere ao ambiente de sistemas e serviços de TI, as três categorias compartilhariam do mesmo ambiente básico, com recursos comuns, por exemplo, aplicativos de escritório.

No caso específico das equipes de desenvolvimento e testes, eles teriam além desse recurso, acesso aos ambientes de trabalho específicos, e inclusive, os sistemas operacionais de suas máquinas seriam de acordo com os ambientes de trabalho.

Betemps (2003), levanta a questão de que com a evolução dos métodos e processos de desenvolvimento e software, torna-se necessário integrar as etapas do “processo de software”, o que requer toda uma estrutura em hardware, software e processos.

Dias Neto (2015) também reforça que realizar testes não consiste simplesmente na geração e execução de casos de teste, mas envolvem também questões de planejamento, gerenciamento e análise de resultados. Apoio ferramental para qualquer atividade do processo de teste é importante como mecanismo para redução de esforço associado à tarefa em questão, seja ela planejamento, projeto ou execução dos testes.

Quanto ao trabalho relativo aos testes, em muitos casos será necessária a presença dos usuários, e uma simulação do ambiente do mesmo. Neste caso, devem ser previstos locais físicos onde os testes possam ser realizados sem interferências externas, e fora do ambiente de desenvolvimento.

Em determinado momento, mais próximo às entregas, os testes serão realizados nas instalações do usuário, onde serão encontradas as situações reais de instalação do sistema e de sua operação.

#### **DIRETRIZ 34**

#### **AMBIENTE FÍSICO**

O mobiliário do posto de trabalho deve ser proporcionar a postura ideal para seu ocupante, fazendo com que o mesmo desempenhe suas atividades da melhor maneira possível. Os seguintes critérios devem então ser observados:

- Observar o equilíbrio térmico, ou seja, para o equilíbrio na relação entre a quantidade de calor ganho pelo organismo e a quantidade de calor cedido ao ambiente.
- No conforto luminoso, para ter um bom desempenho é preciso que a uma iluminação seja de intensidade adequada, não apenas na realização das tarefas, mas que também seja benéfica para a saúde dos colaboradores.
- No conforto acústico tem-se que para desempenhar um bom trabalho deve-se estar livre de ruídos que atrapalhem o colaborador em seu ambiente de trabalho.
- O ruído ocasiona interferência na comunicação e redução na concentração

#### 3.4.4.2.4 O CobiT e as boas práticas

A aplicação de boas práticas indicadas por ferramentas como o CobiT, trazem muitas vantagens para as organizações, pois permite que o gestor de TI tenha uma visão clara e precisa de toda a infraestrutura a sua disposição, permitindo que ele consiga fazer um planejamento dos investimentos necessários e obter os relatórios de funcionamento e retorno dos investimentos de acordo com as políticas da organização (FLORES, 2012).

O CobiT oferece meios para otimizar as práticas realizadas no ambiente de TI das organizações. Além de definir objetivos de controle que devem ser considerados pela gestão, o CobiT fornece o grau de maturidade em cada processo (Dourado, 2014).

Esses processos estão agrupados em quatro domínios, estabelecendo um modelo de gerenciamento da TI semelhante ao modelo tradicional de melhoria contínua: planejamento, execução, entrega e monitoração. Em seu artigo, Gurgel e Cezar Filho (2010), verificam através de pesquisa realizada que, muito pouco da estrutura do Cobit foi identificada nas organizações.

Um outro aspecto interessante de abordar é o planejamento relativo a investimentos na área de TI. Como visto inicialmente por Flores (2012), a

infraestrutura de TI aborda vários aspectos e disciplinas, e pode impactar significativamente nos resultados da organização.

O Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação, segundo Alvares (2012), tem por objetivo assegurar que as metas e objetivos na área de TI estejam fortemente vinculados às metas e aos objetivos do negócio e da estratégia da organização. Trata-se de um processo dinâmico e iterativo para estruturar estratégica, e operacionalmente os sistemas de informação e a infraestrutura de TI. O Planejamento Estratégico estabelece metas, que visam dar suporte a decisões e planejar as atividades necessárias para os objetivos da organização.

Uma boa gestão de infraestrutura de tecnologia, afirma Flores (2012), permite que as organizações, operem adequadamente, utilizando a infraestrutura disponibilizada, sem desperdício de tempo ou de recursos. Permite ainda fazer constantes atualizações em sistemas, softwares e hardwares para atender ao aumento de demanda que ocorre juntamente com o aumento da qualidade do produto ou serviço e do atendimento ao usuário.

É necessário criar a cultura da importância da realização dessa atividade, e inclui-la em suas metas e planejamentos. Uma organização onde a infraestrutura de TI é bem gerenciada, cita novamente o autor, apresenta uma série de benefícios, e para isso é necessário que a organização realize investimentos, tanto em atualização e dimensionamento da mesma quanto no seu controle e monitoramento permitindo que a organização possa contar com a disponibilidade dos serviços.

O Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação, segundo Alvares (2014), tem por objetivo assegurar que as metas e objetivos na área de TI estejam fortemente vinculados às metas e aos objetivos estratégia da organização. Trata-se de um processo dinâmico e iterativo para estruturar estratégica, e operacionalmente os sistemas de informação e a infraestrutura de TI necessários ao suporte e as atividades necessárias para os objetivos da organização.

A cultura organizacional pode aqui ser impactada pela ergonomia, pois a compreensão da natureza de cada organização, com sua missão e seus valores, é também fundamental para a melhor adequação entre a cultura corporativa e a fixação e mensuração de metas.

No quadro 14 abaixo, apresentamos as ações relativas aos aspectos de infraestrutura aqui identificados.

Quadro 14 – Infraestrutura de TI

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância da infraestrutura de TI;	Cultura organizacional;
Segurança da informação; Dados institucionais;	Cultura organizacional;
Datacenter; Infraestrutura de hardware;	Atendimento aos Interesses organizacionais;
Gerência de infraestrutura;	
Disponibilidade dos serviços; Redundância, backup; Site backup;	Atendimento aos Interesses organizacionais;
Governança de TI;	Cultura organizacional; Trabalho cooperativo;
Gestão de redes;	Cultura organizacional; Métodos de Trabalho;
Importância da gestão da infra; Segurança e atualização;	Cultura organizacional;
NR17 instalação física e mobiliário;	Cultura organizacional; AET – especificação pela ergonomia física;
Normas ISO;	Cultura organizacional; Apoio à implantação;
CobiT, boas práticas;	Cultura organizacional; Apoio à implantação; Trabalho cooperativo;

Fonte: o autor (2021)

Como podemos observar no quadro acima, a cultura organizacional atua fortemente na questão da infraestrutura de TI. Vemos que as atividades em si são bastante técnicas e específicas e dependem essencialmente de apoio da organização para se tornarem realizáveis e com bons resultados.

A ergonomia organizacional pode impactar aqui, através de um trabalho inicial na revisão da missão, cultura e valores da organização. Ressaltamos aqui algumas questões abordadas, como segurança da informação, dados institucionais, disponibilidade dos serviços, sistemas de redundância e backup, são merecedores de atenção, quanto ao atendimento aos interesses organizacionais.

Mesmo as questões citadas de apoio a infraestrutura, como de adequação às normas vigentes e métodos de boas práticas, necessitam de um apoio cultural, para tornar essas ações como uma atividade necessária a ser considerada.

### **DIRETRIZ 35**

#### Disponibilidade dos serviços

Critérios a serem estabelecidos para garantir alta disponibilidade dos serviços de TI da organização:

- Conscientização da alta gestão: Os dados são um recurso organizacional essencial que precisa ser administrado como outros importantes ativos das organizações
- Garantia da segurança física, que é a própria integridade do hardware e do local de armazenamento da informação;
- Observação de boas práticas e recomendações quanto a segurança digital;
- Ênfase na atenção do conceito de recursos de rede enfatizando as tecnologias e redes de comunicações são um componente fundamental de todo sistema de informação;
- Gerenciamento da infraestrutura de redes, pois as organizações precisam garantir a disponibilidade dos serviços de comunicação e transferência da informação;
- Investimento em otimizações e atualizações no datacenter: é a parte central de uma infraestrutura de tecnologia de uma organização;
- Conscientização da alta gestão, que esse novo conceito de datacenter está relacionado a dois conceitos fundamentais:
- Disponibilidade refere-se à capacidade do datacenter de entregar serviços a qualquer momento, sem interrupções. Ou seja, a disponibilidade ideal é que o datacenter funcione ininterruptamente 100% do tempo;
- Acessibilidade refere-se à capacidade de acesso dos usuários ao conjunto de equipamentos e serviços que o datacenter provê, a partir de regras de segurança, velocidade e níveis de acesso.

### 3.5 APLICANDO OS CONCEITOS DA ERGONOMIA

Um dos desafios atuais da ergonomia nas organizações, consiste em converter os resultados da aplicação das Análises Ergonômicas do Trabalho (AET), em projetos que realmente venham a ser implementados de forma sistemática nas organizações (MOURA, ALVES e FRANZ, 2020).

A análise da demanda, conforme Mendes e Machado (2016), é a justificativa que orienta a realização da AET, ou seja, o motivo que impulsiona a análise. Normalmente, inicia-se através de uma demanda, que é a descrição de um problema ou uma situação, que justifique a necessidade de uma ação ergonômica.

A ação ergonômica é, por outro lado, um dos principais entraves nas organizações, enfatiza ainda Mendes et al. (2016).

Como pudemos constatar durante a pesquisa, uma série de aspectos ergonômicos podem ser considerados para aprimorar os procedimentos operacionais. Porém importante considerar que nem sempre é fácil implementar melhorias em processos.

Vamos abordar aqui alguns aspectos que consideramos importantes para que sejam incentivadas ações para implementação dos projetos de melhorias ergonômicas nos processos. Para garantir que todo um planejamento e esforço seja realmente posto em prática.

### **3.5.1 Promover a implantação das ações ergonômicas**

Uma das grandes preocupações hoje nas organizações está na necessidade em investir na mudança de foco, do material, para uma maior preocupação com o indivíduo. É uma tendência cada vez mais usada pelas organizações, acrescenta Timossi, Antonio e Michaloski (2006), e que a ergonomia, é um aspecto fundamental a ser considerado na qualidade de vida no trabalho, proporcionando mais que um posto de trabalho melhor, mas principalmente uma vida melhor.

Reforçando ainda essa observação, Taveira Filho (1993), relata que as dificuldades encontradas em incorporar a ergonomia dentro dos objetivos organizacionais têm motivado pesquisas em busca de uma orientação ergonômica mais ampla.

A Organização Internacional do Trabalho (2010) destaca o potencial da aplicação de princípios ergonômicos para melhoria da produtividade e das condições de trabalho, reduzindo os riscos de danos à saúde e segurança dos trabalhadores.

Mas é a metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) que coloca luz sobre o fundamental envolvimento dos trabalhadores na análise da atividade de trabalho e no projeto de melhorias das condições de trabalho (HECKSHER; FERRAZB; GUIDAA, 2018).

### **3.5.2 O comitê ergonômico**

Ricart (2001), aborda o aspecto da complexidade, encontrada na natureza da análise do processo de trabalho, o que torna a interdisciplinaridade uma ação obrigatória para ampliar a compreensão e a conexão entre os conhecimentos adquiridos com intuito de promover a construção de uma solução eficaz.

Neste cenário, surge o Comitê de Ergonomia (CoErgo) como um importante vetor da Ergonomia nas organizações, pois facilita ações sistematizadas e organizadas dentro das organizações. De acordo com Moura et al. (2020), é uma ferramenta que possibilita o envolvimento e a participação de colaboradores de todas as áreas dentro de uma organização.

O CoErgo atua, reafirma o autor, de forma ativa nas tomadas de decisões referentes às ações corretivas e preventivas no que diz respeito a diversas áreas de impacto no indivíduo, como, conforto ambiental, produtividade e melhor qualidade dos serviços prestados, promovendo melhorias contínuas em toda esfera da organização.

Assim como Ferreira (2014), também observa que um instrumento essencial para a inserção da Ergonomia nas organizações, é a AET, onde foi observado que representa uma tecnologia social, que traz consigo uma nova lógica, além de acidentes no trabalho, mas como falhas do processo de trabalho que precisam ser compreendidas sob o ponto de vista dos próprios atores.

A cultura organizacional, novamente aqui em foco, engloba diversos fatores, se apresentando como um cenário no qual estão imersos elementos conceituais estratégicos para avaliar a QVT no contexto organizacional, endossa o autor.

A ação ergonômica tem por finalidade promover a transformação do trabalho, de modo a contribuir com as questões relacionadas à saúde e segurança dos trabalhadores, e eficiência da organização. Para isso, a ergonomia apresenta como foco, a atividade de trabalho das pessoas, buscando entender as situações de trabalho e melhorar as condições de execução, uso e manuseio dos meios materiais imprescindíveis à realização da atividade (SANTOS; FERNANDES; LIMA, 2018).

Por conta de aspectos sociotécnicos a serem fortemente considerados, é necessária uma visão holística no planejamento das ações ergonômicas, visando muito mais que situações específicas nas atividades, enfatizam Machado e Desideri (2006).

Tendo esta transformação como premissa básica Ricart (2001), salienta que a ação ergonômica necessita abordar a realidade sistêmica da organização obedecendo à observação e integração das relações existentes no trabalho entre as condições materiais, organizacionais, os resultados obtidos e a própria atividade.

Lida (2005), afirma que ergonomia pode contribuir para melhorar as condições de trabalho. Segundo Santos, Fernandes e Lima (2018), no Brasil, não existe uma graduação específica em ergonomia, mas estão disponíveis vários cursos de pós-graduação. Nas organizações não existe um departamento específico para ergonomia, porém, há outros profissionais ligados a saúde do trabalhador, a organização do trabalho e ao projeto de máquinas e equipamentos, como por exemplo:

- Médicos do trabalho – Ajudam a identificar situações de risco para acidentes ou doenças ocupacionais e realizar acompanhamentos de saúde;
- Engenheiros de projeto – Ajudam sobretudo nos aspectos técnicos, modificando as máquinas e ambientes de trabalho;
- Engenheiros de produção – Ajudam na organização do trabalho, criando um fluxo racional de materiais e posto de trabalho sem sobrecarga;
- Engenheiros de segurança – Ajudam a identificar áreas e máquinas potencialmente perigosas e que devem ser modificadas;
- Desenhistas Industriais – Ajudam na adaptação de máquinas e equipamentos, projeto de posto de trabalho e sistemas de comunicação;
- Analista do trabalho – Ajudam no estudo de métodos, tempos e posto de trabalho;
- Psicólogos – Geralmente envolvidos na análise dos processos cognitivos, relacionamentos humanos, seleção e treinamento pessoal, ajudam na implantação de novos métodos;
- Enfermeiros e Fisioterapeutas – Podem contribuir na recuperação de trabalhadores, com dores ou lesões e podem atuar preventivamente;

- Programadores de produção – Contribuem para criar um fluxo mais adaptado do trabalho, evitando atrasos, estresses, sobrecargas, ou trabalhos noturnos;
- Administradores – Contribuem no estabelecimento de plano de cargos e salários mais justos, que ajudam a diminuir os sentimentos de injustiça entre os trabalhadores;
- Compradores – Ajudam na aquisição de maquinas, equipamentos e materiais mais seguros, confortáveis, menos tóxicos e mais limpos.

Considerando os fatos ilustrados acima, podemos relaciona-los com a abordagem de Fischer (2001), sobre a ergonomia participativa, onde apresenta as vantagens de envolver os colaboradores em todo o processo de mudanças, garantindo maior envolvimento e assim maior índice de sucesso nas modificações propostas para a melhoria do trabalho.

De acordo com visto em Soares et al. (2007), um programa é um projeto escrito com detalhes que dá a conhecer as particularidades de um plano, constituindo também, a melhor solução para organizar ações gerenciais. Os programas de ergonomia devem ser encarados como parte da política organizacional para segurança e saúde nos ambientes de trabalho; ou seja, fazem parte do plano estratégico da organização. Outra vantagem em implantar um programa de ergonomia é, porque permitem identificar a realidade complexa dos ambientes de trabalho em detalhes, facilitando sua compreensão.

Para que os programas de ergonomia se consolidem nas organizações, a AET deve ser realizada em sua integralidade, a qual tem como seu maior dilema a ação ergonômica prática, ou seja, a execução de melhorias que foram sugeridas durante o desenvolvimento da AET (MOURA et al. 2020).

As principais vantagens na implantação de programas de ergonomia na organização, segundo Soares et al. (2007), são:

- Ações mais consistentes, propiciando criar parcerias e envolvimento dos colaboradores, gerando impacto;
- Pessoas mobilizadas a participarem de ações promovidas pela organização, promovendo integração das equipes;

- Ações de melhorias nas condições de trabalho com melhores resultados e menores custos gerando credibilidade, por parte da organização e seus colaboradores;

Promoção da avaliação coletiva sobre a experiência, gerando produção de conhecimento relevante a outros programas dentro da organização;

Ricart (2001), enfatiza ainda a questão da abordagem em trabalho cooperativo, relatando em seu artigo, sobre uma ação de ergonomia participativa, que envolveu a criação de um comitê de ergonomia e constatou-se que assim houve uma maior participação dos trabalhadores na identificação e solução dos problemas ergonômicos.

Uma das maiores dificuldades na implantação de programas nas organizações, diz respeito ao comprometimento geral, que deve contar com o apoio decisivo de todos os integrantes da alta administração. Um único elemento que não esteja de acordo com a necessidade do programa, pode inviabilizar todo um planejamento, dependendo de sua importância na organização. Em alguns artigos, como Rossi, Schmenk, Moreira e Arias (2011), Paiva (2004) e Fischer et al. (2002), verificamos algumas dificuldades na implantação de planos e ações ergonômicas, que corroboram com o que foi observado em diversos autores, durante a pesquisa:

- O fator cultural: organização com uma estrutura rígida;
- O processo de aceitação da mudança;
- Aspectos motivacionais dos colaboradores;
- O ceticismo de gestores, que são geradores de opinião;
- A total ausência de conhecimentos específicos por parte dos colaboradores;
- A percepção dos ganhos imediatos;
- Identificar um gestor para coordenar e gerenciar o planejamento, a implantação e avaliação contínua;
- Sensibilizar a direção da organização;
- Ouvir os empregados, pois o programa deve estar alinhado às necessidades dos trabalhadores.

Vários métodos podem ser utilizados para criar uma condição favorável à implantação de um programa. A ergonomia de conscientização procura capacitar os próprios colaboradores para a identificação e proposta de solução para os problemas. Já a Ergonomia de participação, procura envolver o próprio funcionário na solução

dos problemas ergonômicos, uma vez que o trabalhador possui o conhecimento prático, e o analista ou projetista, pode ter esquecido de detalhes na concepção da solução do problema (SANTOS; FERNANDES; LIMA, 2018).

Para fortalecer a integração dos grupos na organização, Soares, Silva, Ramos e Cabral (2007), sugerem criar o comitê de ergonomia na organização, onde poderia ser utilizado o seguinte procedimento, sugere:

- **Identificar e selecionar colaboradores**, de vários setores para representação da maioria dos colaboradores da organização;
- **Oferecer treinamentos teóricos e práticos sobre assuntos básicos da ergonomia**, a fim de nivelar o discurso entre os membros e promover a integração dos setores;
- **Estabelecer o cronograma de reuniões sistemáticas** para negociação, discussão e apresentação das recomendações propostas;
- **Definir estratégias de ação para execução** das recomendações e por fim;
- **Gerar ações para comunicar as ações do programa** junto aos outros empregados.

Tal como é previsto no método de AET, visto no artigo de Hecksher et al. (2018), onde o projeto realizado promoveu a integração de objetivos, de soluções e, para isso, requereu a integração de saberes, lógicas, interesses e prioridades dos participantes da intervenção.

O aspecto da abordagem ampla e da visão holística, que pode ser aplicada pela ergonomia, foi abordado no projeto do autor, com o objetivo de promover a mudança de percepção da força de trabalho sobre as possibilidades de contribuição das ações ergonômicas.

Os resultados mostraram também que as contribuições deste projeto corporativo de ergonomia estão relacionadas ao caráter integrador e participativo da intervenção ergonômica realizada. Hecksher et al. (2018), ainda apontam que outros autores sugerem que ações ergonômicas deveriam ser integradas deliberadamente nas estratégias e nos ciclos de planejamento e controle da organização.

Dentre as inúmeras vantagens para implantação do COERGO Fischer et al. (2012), destacam:

- **Troca de experiência multidisciplinar:** a participação e envolvimento de profissionais de diversas áreas, garante uma maior amplitude nas ações tomadas;
- **Gestão eficiente:** os indicadores de desempenho são definidos e acompanhados de forma precisa;
- **Conquista de certificações:** as certificações são de extrema importância pois são indicativos de organização que atendem as boas práticas de gestão;
- **Manutenção das análises ergonômicas atualizadas:** o Comitê de Ergonomia acompanha com maior foco o cronograma de ações estabelecidas pela análise ergonômica do trabalho.

A implantação do Comitê de Ergonomia é uma opção de monitoramento e controle de melhoria contínua, permitindo multiplicar a cultura de ergonomia dentro da organização, de maneira mais assertiva na otimização dos processos referentes à saúde e segurança do trabalho, finaliza Fischer et al. (2012).

### 3.5.3 Obter aval do comitê de projeto

A alocação de recursos financeiros pelas organizações para a realização de uma intervenção ergonômica nem sempre é uma realidade. Ainda mais quando se trata de uma situação com a formação de um comitê de ergonomia. É um processo mais lento, que certamente dura mais tempo comparado a uma intervenção feita apenas por ergonomistas, relata ainda Soares et al. (2007).

Entretanto, reforçam propriamente os autores Soares et al. (2007), que, intervenções, quando executadas sem a participação efetiva de colaboradores da organização, “diversas vezes são deixadas de lado com o passar do tempo, quando as modificações já não constituem mais uma novidade”.

Ações de ergonomia vêm sendo desenvolvidas de acordo com Ricart (2001), com a finalidade de avaliar as condições de trabalho dos profissionais, e propor transformações de modo a minimizar e/ou eliminar os fatores de riscos presentes no desenvolvimento das atividades.

Cita também em um projeto com um grupo multidisciplinar, que todos os profissionais que fazem parte desta equipe sejam qualificados por cursos de especialização em Ergonomia, como condição obrigatória para compor a equipe.

A partir de então, ressalta ainda o autor, este grupo terá como missão, desenvolver as ações de ergonomia, com a finalidade de produzir transformações positivas nas situações de trabalho, aumentando a segurança, o conforto e a produtividade, bem como responder às questões de melhoramento contínuo exigidos por processos de certificação da qualidade.

A participação de profissionais de diferentes áreas e níveis hierárquicos dentro da organização, no comitê de ergonomia, facilita a identificação correção dos problemas e a implementação das modificações propostas. Da mesma forma, contribui para estimular o trabalho em equipe e a prática da multidisciplinaridade e para a transferência de conhecimentos, no caso de ergonomia (MOURA, 2020).

Como geralmente as organizações não têm ergonomistas em seu quadro de pessoal, coloca Fischer (2002), e normalmente esse profissional é uma pessoa externa à organização, e o comitê de ergonomia passa a ser uma ferramenta importante para a capacitação dos trabalhadores na área.

Constatou-se também em Fischer (2002), que ao longo do processo há o surgimento de um líder natural no grupo e que a sua percepção e conhecimentos da ergonomia tem influência sobre as ações e comportamentos do COERGO. Líderes que possuem uma visão holística da organização assimilam com maior facilidade a proposta do trabalho.

Assim como observado no artigo de Divino (1993), a ergonomia participativa oferece uma perspectiva macroergonômica com técnicas simples e úteis que favorecem a efetividade organizacional, a produtividade e a qualidade de vida no trabalho. De acordo com Siqueira (2002), as equipes comprometidas são flexíveis na fixação dos objetivos, para que possam preencher os requisitos de desempenho da organização e do projeto.

Silva (2007), cita a questão da formação da Equipe de Projeto pois, os objetivos precisam ser claramente compreendidos, caso se pretenda que os membros da equipe contribuam para atingi-los. Na perspectiva de guiar o trabalho e o processo de desenvolvimento de produto nas organizações de forma consistente e obter êxito no seu desempenho, faz-se necessário equipe eficaz e comprometida com a organização e com o projeto.

Ainda nesse contexto, Siqueira (2000), reforça que a Ergonomia Participativa permite às organizações enxergarem a ergonomia como um processo ao invés de um simples resultado, o que ajuda a justificar a necessidade de investimentos e ações implementadoras.

### 3.6 DADOS OBTIDOS COM A PESQUISA

Conforme citado nos objetivos deste projeto, foram identificadas as etapas mais críticas no desenvolvimento de sistemas.

A partir das informações obtidas com o diagrama no quadro 2, obtemos o catálogo de procedimentos operacionais a serem observados na especificação de um novo projeto, ou como diagnóstico de um sistema já em operação:

Quadro 15 – Lista de procedimentos operacionais

<b>LISTA DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS</b>
Elaboração do projeto conceitual
Definição dos metadados
Definição dos stakeholders
Elaboração do projeto detalhado
Modelagem do minimundo
Organização de dados
Preceitos de segurança
Definição dos tipos de entradas e saídas
Realização do planejamento estratégico
Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado
Formação do comitê consultivo e deliberativo do projeto
Cronograma de execução e implantação
Definição de Equipe
Responsabilidades
Entendimento do ciclo de vida do software
Obtenção de apoio técnico e operacional
Definição de espaço físico
Otimização do fator comunicação
Definição do escopo de um sistema: resultados
Coleta de proposições de apoio operacional
Aquisição de equipamentos
Observação dos recursos para o projeto

<b>LISTA DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS</b>
Definição dos treinamentos necessários
Realização de obra civil física quando necessário
Entendimento e acompanhamento dos processos de execução
Levantamento das expectativas da organização
Certificação das necessidades
Definição de dados
Definição de limites
Definição de temporizações
Constatação das necessidades
Definição de projeto lógico e criação de arquivos de dados
Entendimento do processo de modelagem do negócio
Revisão e ajuste da declaração do escopo
Apresentação ao comitê, o gerenciamento do escopo
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto
Implantação de novos equipamentos
Definição de hierarquia de dados
Definição de segurança de dados
Obtenção de metadados
Levantamento de requisitos
Permitir a obtenção de requisitos precisos
Definição dos requisitos funcionais
Definição dos requisitos do não funcionais;
Observação das heurísticas de Nielsen para compor os requisitos
Conferir potência e capacidades de software
Implantação dos critérios de qualidade a serem observados
Gerenciamento dos requisitos
Efetivar ações de gestão dos requisitos especificados
Validar os requisitos com os stakeholders
Análise de viabilidade
Confirmação da validade com o comitê de projeto do processo de análise
Rever a viabilidade do projeto;
Confirmar continuamente os resultados previstos
Análise de riscos
Avaliação dos riscos envolvidos no desenvolvimento,
Implementar o gerenciamento de riscos
Definição de ambiente físico
Definição de ambiente técnico
Definição de interfaces com usuário

<b>LISTA DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS</b>
Definição de recursos técnicos
Definição de arquitetura
Definição de Interface Homem Computador - IHC
Definição de Modelos
Considerar a importância da definição da arquitetura
Definição dos recursos da IHC
Considerar a importância da IHC
Características a considerar para uma boa usabilidade
Considerar a participação do usuário
Realização de avaliação e testes de usabilidade
Definição de testes por etapas
Entendimento das normas
Considerar os testes de Funcionalidade
Considerar os testes de Confiabilidade
Considerar os testes de Usabilidade
Considerar os testes de Eficiência
Considerar os testes de Manutenibilidade
Considerar os testes de Portabilidade
Considerar os testes de Interface com Usuário
Implantar os componentes da Infra de TI
Adequar a infraestrutura de Hardware
Adequar a infraestrutura de Software
Observação da questão dos dados institucionais
Realizar a gestão de redes
Gestão do Datacenter
Controlar, auditar acompanhar a infra adequada
Implantar uma Governança de TI
Adequar o ambiente físico
Adequar os Ambientes de TI
Estabelecer critérios de gestão de infra e TI
Avaliar e mitigar os riscos em infra de TI
Observar uso de Normas
Verificar a necessidade de adotar o CobiT, boas práticas
Meio físico e acessibilidade
Definição de treinamento
Definição de manuais
Promover análise permanente da cultura da organização
Promover ações de treinamento e de comunicação

<b>LISTA DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS</b>
Estabelecer cronograma de implantação de preceitos ergonômicos
Obter aval do comitê de projeto e promover ajustes de custos, benefícios e cronogramas

Fonte: o autor (2021)

Os procedimentos definidos, poderão ser utilizados na íntegra, ou em parte, avaliando os itens a aplicar conforme a realidade do cenário encontrado no projeto ou diagnóstico a realizar.

Ainda na sequência dos objetivos desta dissertação, em cada etapa da pesquisa foram analisadas nas atividades relativas ao desenvolvimento de sistemas, onde as “atividade do projeto” (quadros no final de cada capítulo) foram correlacionadas com ações ergonômicas correspondentes, como forma de tornar as referidas ações mais eficientes e, mais além, tentar garantir sua implementação.

Relacionamos assim no quadro a seguir as ações ergonômicas identificadas, dentro de suas respectivas disciplinas:

Quadro 16 - Ações ergonômicas identificadas na pesquisa

<b>AÇÕES ERGONÔMICAS IDENTIFICADAS NA PESQUISA</b>
<b>ERGONOMIA ORGANIZACIONAL</b>
Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional
Atualização da cultura da organização
Questões de gestão: realizar modelagem do negócio
Trabalho na perspectiva sociotécnica
Atendimento dos objetivos e missão da organização
Gestão da qualidade
Qualificação das equipes
Viabilidade e interação processual
Modernização tecnológica
O parecer de um especialista
Necessidade de modernização
Gestão de recursos humanos
Envolver os usuários nos processos
Problemas de relacionamento e conflitos
Treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo
Troca de informações e sobretudo feedback
Incentivar a coesão da equipe
Trabalho coletivo
Comunicação eficaz
Definição das equipes
Definição de matriz de responsabilidades
Revisar os métodos de trabalho
<b>ERGONOMIA DE SOFTWARE</b>
Realização de um diagnóstico ergonômico

Realização de protótipos
Consultoria em ergonomia de software
Realizar testes de usabilidade
Considerar a importância da IHC
Criar a cultura da participação do usuário
<b>ERGONOMIA COGNITIVA</b>
Observar os aspectos da cognição humana: Memória, Percepção, Habilidades Executivas;
Inteligência emocional;
Habilidades de comunicação;
Habilidades de negociação;
Avaliar carga mental no trabalho e situações de estresse
Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado
Influência;
<b>ERGONOMIA FÍSICA</b>
Adequar o ambiente físico
Sala com climatização e conforto, iluminação compatível
Especificar e adquirir mobiliário adequado

Fonte: o autor (2021)

As ações ergonômicas acima, juntamente com os procedimentos operacionais obtidos nas pesquisas, compõem um roteiro a ser utilizado como referência para orientar processos de definição de sistemas ou diagnóstico de sistemas desenvolvidos. Esse roteiro foi representado em um Catálogo de Ações Ergonômicas, apresentado no Apêndice A.

Como veremos a seguir no estudo de caso, esses resultados foram utilizados para avaliar um sistema real desenvolvido, como forma de avaliar sua utilização e o impacto que os resultados podem gerar.

## 4 ESTUDO DE CASO

Os resultados da pesquisa forneceram contribuições para estabelecer diretrizes de procedimentos operacionais e princípios que integram os componentes de um sistema a ser desenvolvido, constituindo um método de análise: o MIDAS (Método Integrado para Implantação e Avaliação Ergonômica de Sistemas).

Como observado na pesquisa e na fundamentação teórica, o MIDAS inclui uma base de conhecimentos, que aborda desde os aspectos da cultura da organização, a elaboração de um projeto seguindo pressupostos adequados, e finalmente o projeto de um sistema de informação.

Os procedimentos operacionais podem ainda ser utilizados como referência e guia para avaliar e diagnosticar sistemas desenvolvidos, identificando pontos fracos, vulnerabilidades e aspectos que podem ser considerados para sua melhoria. Na busca de proporcionar conhecimento acerca do fenômeno estudado e comprovar ou contrastar relações evidenciadas na pesquisa, foi utilizado o estudo de caso para uma compreensão holística dos fenômenos aqui observados.

O estudo de caso tem sua aplicação quando o pesquisador busca uma compreensão extensiva e com mais objetividade e validade conceitual. Além disso, segundo Coraiola et al. (2014), os estudos de caso também são bastante utilizados pelo fato de oferecerem mecanismos de exploração e análise de unidades sociais complexas, que envolvem certo número de variáveis inter-relacionadas, principalmente nos casos em que existem dificuldades em estabelecer clara separação entre a unidade de interesse para o estudo e o contexto no qual essa unidade se encontra inserida (YIN, 2002).

O uso do método é adequado quando se pretende investigar o “como” e o “por que” um evento contemporâneo ocorre. Trata-se de uma investigação empírica que permite o estudo em profundidade de um fenômeno dentro de seu contexto de vida real (BUNDER; BARROS, 2019). Bastante apropriados para a nossa pesquisa, os relatos têm como objetivo ser uma base prática de casos reais, com situações onde houve a participação do autor, como forma de aumentar o conhecimento dos fenômenos, e auxiliar no estudo de caso pretendido (MAYER, 2009). Segundo Marlei e Freitas (1998), devem ser seguidos critérios para obter maior consistência nos estudos de caso.

Nesta etapa do trabalho, realizamos um estudo de caso para aplicações de Sistemas SCADA desenvolvidos pelo autor. A aplicação escolhida foi desenvolvida para uma empresa responsável por transporte e armazenamento de combustíveis. O sistema foi desenvolvido baseado na plataforma ELIPSE SCADA, entre os anos de 1999 e 2001. O autor é certificado nesta plataforma desenvolvida pela ELIPSE Software, e desenvolveu 21 (vinte e um) sistemas em diversos segmentos industriais, alguns ainda em operação.

Para análise do estudo de caso, os aspectos considerados relevantes relativos ao desenvolvimento dos sistemas foram extraídos do quadro 2. Foram então inseridos no quadro 17, adiante. Apresentamos a seguir uma breve descrição do sistema desenvolvido, a título de contextualização, e em seguida um estudo aplicando as diretrizes definidas nesse trabalho.

#### 4.1 SISTEMA DE SUPERVISÃO DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEIS

Objetivo do sistema: medir a vazão e massa de combustíveis em oleodutos, durante operação de carga e descarga entre navios e os reservatórios, para detecção de vazamentos e registro do histórico de toda a operação. O sistema foi desenvolvido conforme especificações definidas pelo setor de automação da empresa, com a participação de técnicos e engenheiros do setor.

Esse sistema teve como finalidade automatizar os processos de transferência de combustíveis, por meio da leitura das informações em sensores estrategicamente instalados. Através de CLP<sup>8</sup> - controladores lógicos programáveis, todas as informações eram disponibilizadas em computadores na sala de controle e, por meio de um sistema supervisão, o operador podia acompanhar as operações de transferência em tempo real.

Basicamente, ao iniciar uma operação de transferência, o sistema compara a vazão e a massa de combustível que sai do navio com o que chega no reservatório. Se houver diferença acima da tolerância de erro estimada, o sistema dispara um alarme: pode estar ocorrendo vazamento em algum trecho do oleoduto. Em caso de vazamentos, o sistema levava cerca de 30 segundos para detectar.

---

<sup>8</sup>O CLP ou controlador lógico programável é um tipo especial de computador muito utilizado na indústria e em controles de máquinas e processos em diferentes aplicações.

O procedimento, antes da implantação do sistema, era completamente manual, baseado na medição do nível dos reservatórios de forma mecânica, com fitas de trena, com diversos cálculos a serem realizados, sendo efetuados a cada 4 horas.

Os operadores precisavam periodicamente se deslocar para os navios e conferir as conexões hidráulicas, bem como para os reservatórios, precisando subir na estrutura – cerca de 15 metros de altura – e aferir manualmente o nível. Após as medições, eles tinham de se deslocar para a sala de controle e realizar os cálculos sobre o volume transferido. Essa operação teria de ser repetida durante toda a operação, que poderia durar até 24 horas, sendo realizada 24h por dia, independentemente das condições climáticas.

Recursos do sistema: medição em tempo real de vazão, massa, temperatura, pressão e cálculo de volume; acompanhamento das operações de carga/descarga; geração de alarmes em caso de altas temperaturas, pressões ou diferença de massa fora dos limites de operação ou segurança; geração de relatórios.

IHM: Interface com operador através de monitor, utilizando aplicação em Elipse SCADA como plataforma, rodando em ambiente Windows.

O sistema foi desenvolvido baseado em requisitos especificados e negociados com a equipe de engenheiros e técnicos do setor de automação da organização. Não houve participação dos operadores – usuários – e não houve prototipação. Os TAF (Testes de Aceitação de Fábrica) foram realizados com a equipe de técnicos, e só após validação, instalados em campo para treinamento e utilização pelos operadores.

O sistema foi instalado em quatro terminais de combustíveis da organização, com as devidas customizações, para solucionar problemas operacionais e atender a determinações legais quanto a monitoramento e detecção de vazamentos, e permaneceram em operação durante cerca de oito anos.

Para efeito de avaliação do sistema implantado, a partir do resultado da pesquisa, utilizamos os dados obtidos no diagrama dos procedimentos operacionais a adotar, e preparamos um quadro para avaliar e comparar a ação prevista, pelo guia da pesquisa, se o item foi realizado, e as ações corretivas em caso de não realizado.

## 4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DESENVOLVIDO

Para a realização do estudo de caso, adotamos o seguinte procedimento metodológico:

Elaboramos o quadro 17 abaixo, com os procedimentos operacionais levantados no Quadro-02, e aplicamos na Coluna 1. Na Coluna 2 foi realizada a avaliação da situação real para cada procedimento, observada no sistema, conforme critérios a seguir.

O grau de atendimento quanto à sua realização foi categorizado como:

Realizado = Atendido plenamente;

Realizado, parcialmente = Realizada parte da ação;

Realizado informalmente, sem documentar = Realizado, mas sem ter sido previsto;

Realizado parcialmente, sem participação dos operadores – usuários finais = Não houve o envolvimento esperado dos usuários;

Não realizado = Nenhuma ação nesse caso;

Não realizado, embora proposto = Embora tenha sido proposta na época, não foi realizado;

Não realizado, não considerado na ocasião = Ação não prevista na época.

Finalmente, na Coluna 3, correlacionamos as ações ergonômicas necessárias, caracterizadas na pesquisa no quadro 17, para as ações que não foram plenamente realizadas.

Desta forma, para cada **ação prevista**, em função da **situação**, foram correlacionadas uma ou mais **ações ergonômicas a realizar**.

Quadro 17 – Avaliação do estudo de caso

AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO		
AÇÃO PREVISTA	SITUAÇÃO	AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR
Elaboração do projeto conceitual	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho;
Definição dos metadados	Realizado	Sem ações necessárias
Definição dos stakeholders	Realizado – Informalmente, sem documentar	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Elaboração do projeto detalhado	Realizado	Sem ações necessárias
Modelagem do minimundo	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Uso da abstração;
Organização de dados	Realizado	Sem ações necessárias
Preceitos de segurança	Realizado	Sem ações necessárias
Definição dos tipos de entradas e saídas	Realizado	Sem ações necessárias
Realização do planejamento estratégico	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Formação do comitê consultivo e deliberativo do projeto	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Cronograma de execução e implantação	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de Equipe	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Responsabilidades	Realizado – Informalmente, sem documentar	Relações entre cargos e funções;
Entendimento do ciclo de vida do software	Não realizado	Revisar os métodos de trabalho;
Obtenção de apoio técnico e operacional	Realizado – Informalmente, sem documentar	Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Definição de espaço físico	Realizado – Informalmente, sem documentar	Ergonomia física; Documentação efetiva;
Otimização do fator comunicação	Não realizado	Treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo;
Definição do escopo de um sistema: resultados	Realizado	Sem ações necessárias

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Coleta de proposições de apoio operacional	Não realizado	Revisar os métodos de trabalho;
Aquisição de equipamentos	Realizado, parcialmente	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observação dos recursos para o projeto	Realizado	Sem ações necessárias
Definição dos treinamentos necessários	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Gestão de recursos humanos;
Realização de obra civil física quando necessário	Realizado – Informalmente, sem documentar	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Entendimento e acompanhamento dos processos de execução	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho;
Levantamento das expectativas da organização	Realizado	Sem ações necessárias
Certificação das necessidades	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de dados	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de limites	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de temporizações	Realizado	Sem ações necessárias
Constatação das necessidades	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Definição de projeto lógico e criação de arquivos de dados	Realizado	Sem ações necessárias
Entendimento do processo de modelagem do negócio	Realizado – Informalmente, sem documentar	Revisar os métodos de trabalho;
Revisão e ajuste da declaração do escopo	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Revisar os métodos de trabalho; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Apresentação ao comitê, o gerenciamento do escopo	Não realizado	Revisar os métodos de trabalho;
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto	Não realizado	Revisar os métodos de trabalho;
Implantação de novos equipamentos	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de hierarquia de dados	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de segurança de dados	Realizado	Sem ações necessárias
Obtenção de metadados	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Levantamento de requisitos	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Permitir a obtenção de requisitos precisos	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Definição dos requisitos funcionais	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição dos requisitos do não funcionais;	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Observação das heurísticas de Nielsen para compor os requisitos	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para realização de um diagnóstico ergonômico;
Conferir potência e capacidades de software	Realizado	Sem ações necessárias
Implantação dos critérios de qualidade a serem observados	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para realização de um programa da qualidade específico;
Gerenciamento dos requisitos	Realizado	
Efetivar ações de gestão dos requisitos especificados	Não realizado – Não considerado na ocasião	Revisar os métodos de trabalho; Otimizar aspectos de gestão;
Validar os requisitos com os stakeholders	Realizado	Sem ações necessárias
Análise de viabilidade	Realizado	Sem ações necessárias
Confirmação da validade com o comitê de projeto do processo de análise	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Rever a viabilidade do projeto;	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Confirmar continuamente os resultados previstos	Realizado	Sem ações necessárias
Análise de riscos	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Avaliação dos riscos envolvidos no desenvolvimento,	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Implementar o gerenciamento de riscos	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Definição de ambiente físico	Não realizado	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de ambiente técnico	Realizado – Informalmente, sem documentar	Métodos de trabalho;
Definição de interfaces com usuário	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de recursos técnicos	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de arquitetura	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Interface Homem Computador - IHC	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Modelos	Não realizado	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Considerar a importância da definição da arquitetura	Não realizado	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição dos recursos da IHC	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar a importância da IHC	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;

AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO		
AÇÃO PREVISTA	SITUAÇÃO	AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR
Características a considerar para uma boa usabilidade	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar a participação do usuário	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Realização de avaliação e testes de usabilidade	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Definição de testes por etapas	Não realizado – Embora proposto	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Revisar os métodos de trabalho;
Entendimento das normas	Realizado	Sem ações necessárias
Considerar os testes de Funcionalidade	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar os testes de Confiabilidade	Realizado	Sem ações necessárias
Considerar os testes de Usabilidade	Não realizado – Não considerado na ocasião	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar os testes de Eficiência	Realizado	Sem ações necessárias
Considerar os testes de Manutenibilidade	Realizado	Sem ações necessárias
Considerar os testes de Portabilidade	Realizado	Sem ações necessárias
Considerar os testes de Interface com Usuário	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;

<b>AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>		
<b>AÇÃO PREVISTA</b>	<b>SITUAÇÃO</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Implantar os componentes da Infra de TI	Realizado	Sem ações necessárias
Adequar a infraestrutura de Hardware	Realizado	Sem ações necessárias
Adequar a infraestrutura de Software	Realizado	Sem ações necessárias
Observação da questão dos dados institucionais	Realizado	Sem ações necessárias
Realizar a gestão de redes	Realizado	Sem ações necessárias
Gestão do Datacenter	Realizado	Sem ações necessárias
Controlar, auditar acompanhar a infra adequada	Realizado	Sem ações necessárias
Implantar uma Governança de TI	Não realizado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar o ambiente físico	Não realizado – Embora proposto	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Adequar os Ambientes de TI	Não realizado – Embora proposto	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Estabelecer critérios de gestão de infra e TI	Realizado	Sem ações necessárias
Avaliar e mitigar os riscos em infra de TI	Não realizado – Embora proposto	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observar uso de Normas	Realizado	Sem ações necessárias
Verificar a necessidade de adotar o CobiT, boas práticas	Não realizado – Não considerado na ocasião	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Meio físico e acessibilidade	Realizado	Sem ações necessárias
Definição de treinamento	Realizado, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;
Definição de manuais	Realizado	Sem ações necessárias
Promover análise permanente da cultura da organização	Não realizado – Não considerado na ocasião	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

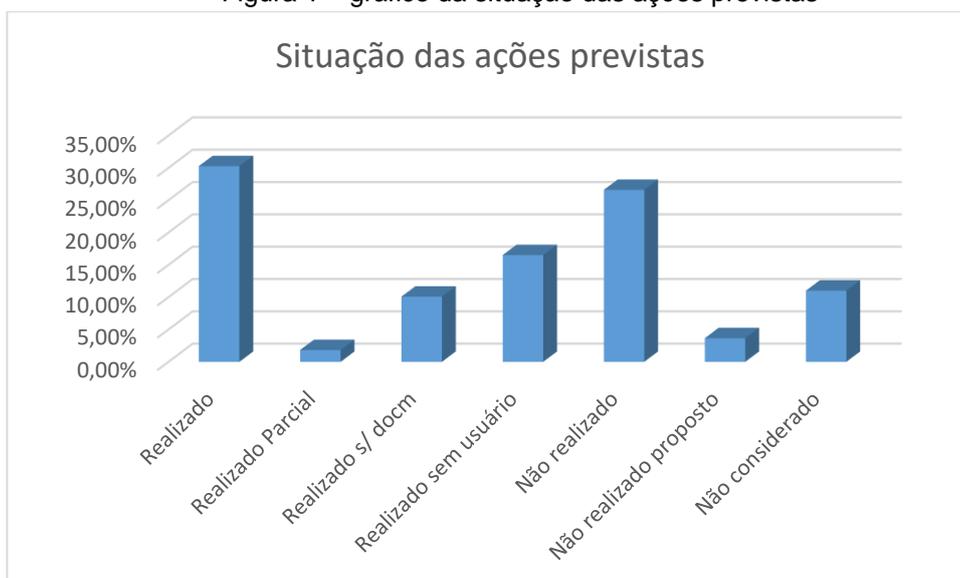
AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE CASO			
AÇÃO PREVISTA	SITUAÇÃO		AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR
Promover ações de treinamento e de comunicação	Não realizado	– Não considerado na ocasião	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Estabelecer cronograma de implantação de preceitos ergonômicos no mínimo nas fronteiras do âmbito do minimundo	Não realizado	– Não considerado na ocasião	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Obter aval do comitê de projeto e promover ajustes de custos, benefícios e cronogramas	Não realizado	– Não considerado na ocasião	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

Fonte: o autor (2021)

Observando a tabela, vemos que, das ações previstas:

- a) Realizadas = 33 (30,28%)
- b) Realizadas parcialmente = 2 (1,83%)
- c) Realizadas – Informalmente, sem documentar = 11 (10,99%)
- d) Realizadas, parcialmente sem participação dos operadores – usuários finais = 18 (16,51%)
- e) Não realizadas = 29 (26,61%)
- f) Não realizadas – Embora proposto = 4 (3,67%)
- g) Não realizadas – Não considerado na ocasião = 12 (11,01%)
- h) Total de ações: 109

Figura 1 – gráfico da situação das ações previstas



Fonte: o autor (2021)

Assim, temos um total de 69,72% de ações não realizadas ou realizadas parcialmente, o que demonstra a necessidade de ações ergonômicas.

Pudemos observar, avaliando o processo de desenvolvimento do sistema e sua implantação, que diversos aspectos ocorreram por falta de um olhar ergonômico aplicado nas etapas de execução do projeto. O aspecto da cultura organizacional impactou direta e indiretamente em diversas ações.

#### 4.3 IDENTIFICANDO OS PROBLEMAS

Após analisar os dados do estudo de caso, observamos a necessidade de diversas ações ergonômicas a serem aplicadas como proposta para tratar os problemas identificados. Cada ação ergonômica está relacionada com os problemas que ocorreram, que poderiam ser evitados com sua implementação.

As ações previstas identificadas com “!” (sinal de exclamação), causaram impacto negativo significativo.

No quadro abaixo, relacionamos ações ergonômicas necessárias para evitar os problemas detectados. Para cada ação ergonômica foram agrupados os problemas observados.

Quadro 18 - Ações ergonômicas corretivas

<b>AÇÕES ERGONÔMICAS CORRETIVAS NECESSÁRIAS, IDENTIFICADAS NO ESTUDO DE CASO</b>	
<b>Ação corretiva: avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Trabalho coletivo	Difícil realizar
Comunicação eficaz	Precisa melhorar
Modernização tecnológica	Ocorria parcialmente
Planejamento estratégico	Não ocorreu
Atualização da cultura da organização (!)	Precisa ação para realizar
Levantamento de requisitos (!)	Ocorreu sem os usuários. Diversas falhas
Certificação das necessidades (!)	Não ocorreu com os usuários
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto	Dificilmente ocorria
Análise de riscos	Não houve
Implantar uma Governança de TI	Precisa ação para realizar
Trabalho na perspectiva sociotécnica (!)	Não considerado o fator humano
<b>Ação: Envolver os usuários nos processos</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Problemas de relacionamento e conflitos	Sem apoio para acordos
Realizar modelagem do negócio (!)	Não realizada. Causou problemas
Definição dos requisitos funcionais (!)	Ocorreu sem os usuários. Diversas falhas
Definição dos recursos da IHC	Ocorreu sem os usuários. Diversas falhas
Permitir a obtenção de requisitos precisos	Ocorreu sem os usuários. Diversas falhas
Realização de protótipos (!)	Não ocorreu
Certificação das necessidades (!)	Não ocorreu
<b>Ação: Realização de um diagnóstico ergonômico e treinamentos em ergonomia</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Criar a cultura da participação do usuário	Precisa ação para realizar
Definição de interfaces com usuário	Ocorreu sem os usuários. Diversas falhas
Realizar testes de usabilidade	Precisa ação para realizar
Avaliar carga mental no trabalho e situações de estresse	Precisa ação para realizar
Promover mais qualificações para a equipe	Insuficiente. Diversas queixas.
Definição dos requisitos do não funcionais;	Precisa ação para realizar
Características a considerar para uma boa usabilidade	Precisa ação para realizar
<b>Ação: Revisar os métodos de trabalho</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Elaborar processo de modelagem do negócio	Não ocorreu. Diversas falhas
Definição de testes por etapas (!)	Não ocorreu. Diversas falhas
Elaboração do projeto conceitual (!)	Não ocorreu. Diversas falhas
Definição de equipes de usuários para atuar no projeto	Não ocorreu. Diversas falhas
Definição dos stakeholders	Processo informal.
Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado	Realizado parcialmente. Causou problemas
Entendimento do ciclo de vida do software	Não ocorreu. Diversas falhas

Coleta de proposições de apoio operacional	Não ocorreu. Diversas falhas
Entendimento e acompanhamento dos processos de execução	Ocorreu parcialmente
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto	Muito difícil aprovação
<b>Ação: Atendimento do projeto e missão da organização</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Definição da arquitetura	Realizada parcialmente
Considerar a importância da IHC.	Não ocorreu. Diversas falhas
Definição de testes por etapas (!)	Não ocorreu. Diversas falhas
Adequar o ambiente físico	Não ocorreu. Diversas falhas
Ambiente era extremamente movimentado	Precisa ação para adequar
Realização de obra civil física quando necessário	Precisa ação para realizar
<b>Ergonomia Cognitiva</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Modelagem do minimundo	Ocorreu informalmente
Comunicação eficaz	Precisa treinamentos
<b>Ação: Ergonomia Física</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Sala com climatização e conforto, iluminação compatível (!)	Precisa ação para realizar
Especificar e adquirir mobiliário adequado	Precisa ação para realizar
Definição de espaço físico	Precisa ação para realizar
<b>Ação: Treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Incentivar a coesão da equipe	Precisa ação para realizar
Troca de informações e sobretudo feedback	
Otimização do fator comunicação (!)	Precisa ação para realizar
<b>Ação: Gestão de recursos humanos</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Definição das equipes	Ocorreu parcialmente, provocava falhas.
Definição de matriz de responsabilidades	Precisa ação para realizar
Obtenção de apoio técnico e operacional	Precisa ação para realizar
Definição dos treinamentos necessários	Precisa ação para realizar
<b>Contratar consultoria especializada</b>	
<b>Ação prevista</b>	<b>O real ocorrido</b>
Implantação dos critérios de qualidade a serem observados	Precisa ação para realizar
Realização de avaliação e testes de usabilidade	Precisa ação para realizar
Observação das heurísticas de Nielsen para compor os requisitos	Precisa ação para realizar

Fonte: o autor (2021)

Durante esse estudo, aplicamos também as heurísticas de Nielsen, abordadas na fundamentação teórica, para avaliar a interface do sistema com os operadores, conforme demonstrado no quadro abaixo.

Quadro 19 - Heurísticas de Nielsen

Heurísticas de Nielsen	
Heurística	Conformidade
Visibilidade do Status do Sistema	PARCIAL
Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	SIM
Controle e liberdade para o usuário	NÃO
Consistência e Padronização	SIM
Prevenção de erros	PARCIAL
Reconhecimento em vez de memorização	PARCIAL
Eficiência e flexibilidade de uso	NÃO
Estética e design minimalista	NÃO
Ajuda a recuperar de erros	NÃO
Ajuda e documentação	NÃO

Fonte: o autor (2021)

Pontos críticos observados:

- a) **Visibilidade do Status do Sistema:** do ponto de vista de localização dentro do sistema como um todo, as telas atenderam bem. Em determinadas telas não tinha como saber se o sistema estava operando ou travado. Isso é um aspecto primordial em um sistema SCADA, que ao observar uma tela fique claro que o sistema está se comunicando com os sensores em campo.
- b) **Controle e liberdade para o usuário:** não implementado.
- c) **Prevenção de erros:** determinados procedimentos operacionais não tinham opção de confirmação. Às vezes determinadas operações tinham de canceladas e reiniciadas da forma correta.
- d) **Reconhecimento em vez de memorização:** não havia “dicas” para os comandos. Necessário memorizar todas as tarefas.
- e) **Eficiência e flexibilidade de uso:** necessita treinamento e práticas. O sistema em determinadas telas não era intuitivo.
- f) **Estética e design minimalista:** determinadas telas com excesso de informações às vezes dificultava o trabalho. Muitas variáveis do processo não precisariam estar sempre à vista.
- g) **Ajuda a recuperar de erros:** não implementado.
- h) **Ajuda e documentação:** não implementado.

De forma geral, parte dos problemas constatados nessa avaliação se deve à obrigatoriedade em seguir as normas da organização, mesmo havendo recomendações que causariam problemas.

A realização desse teste durante o desenvolvimento poderia ter trazido bons resultados. Mas, muito além das recomendações de um teste ou procedimento, existe a questão da aceitabilidade das mudanças sugeridas, o que, como veremos a seguir, foi um fator impactante.

#### 4.4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

A partir dos dados do quadro-18 acima, onde agrupamos os problemas identificados, realizamos uma discussão para avaliar e comentar os resultados obtidos.

##### **a) Ação ergonômica: avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional.**

Foi claramente percebido comportamentos que indicam **a necessidade de um processo de revisão dos valores e da cultura na organização**. Aspectos mais valorizados pela cultura, como questões técnicas relativas aos processos diretamente relacionados com o objetivo fim da organização, são tratadas de forma prioritária, com todo apoio da alta gestão. Em contrapartida, outros aspectos impactantes, como a observação da opinião dos usuários, não eram sequer considerados.

Nesse sentido, observamos que as ações técnicas foram praticamente todas realizadas – em 48 ações da área técnica, 37 foram realizadas plenamente, 10 parcialmente e apenas uma não realizada.

**Trabalho na perspectiva sociotécnica;** na relação homem-sistema-máquina, o lado humano não era observado. Quaisquer soluções que beneficiassem prioritariamente os operadores, eram rejeitadas, tidas como desnecessárias.

Já outros aspectos fora do elenco dos valores, eram deixados de lado, mesmo quando sugerida sua observação.

Entre as ações não realizadas, podemos destacar: não realização de certificação das necessidades; não realização do planejamento estratégico; não aquisição de determinados equipamentos para infraestrutura; não foi realizada análise

de riscos; e não havia ações no sentido de incentivar e qualificar as pessoas para o trabalho colaborativo.

Observada falta de habilidade **e apoio para a negociação, relativo às questões solicitadas pelos usuários, que implicavam em modificações**, e a organização não apoiava o investimento: alterações de escopo só eram autorizadas se houvesse algum ganho real para a organização.

**Falta de trabalho cooperativo**, no entrosamento entre a equipe de projetos e os usuários da organização. Dificultou a etapa de testes em campo.

**Falta de comunicação.** O Terminal tinha quatro equipes de usuários trabalhando em turnos distintos. Os problemas e dificuldades que alguns usuários percebiam durante a fase de testes não eram comunicados para os demais participantes, provocando insatisfação entre as equipes e dificuldade de feedback para os desenvolvedores.

**Realização do planejamento estratégico.** Não houve um planejamento estratégico para o projeto como um todo. Eram realizados planos e discussões informais, e só as etapas muito específicas eram formalizadas, conforme a visão da área de projetos. Não existia uma visão holística. A falta de modelagem do negócio contribuiu em paralelo para problemas de definição dos requisitos. Também não foi formado um comitê consultivo e deliberativo do projeto.

Observando sob uma outra ótica, as ações realizadas tiveram grande apoio da cultura da organização que priorizava os aspectos técnicos relativos ao seu principal objetivo fim: transportar e armazenar combustíveis. Assim, determinadas ações eram realizadas naturalmente, sem necessidade de grandes esforços para negociação.

Esta observação corrobora com a questão da importância de investir em ações ergonômicas para atualizar os elementos da cultura da organização, visão, missão e valores: promover análise permanente da cultura da organização.

**b) Ação ergonômica: orientar quanto às vantagens de envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;**

**Certificação das necessidades:** problemas de relacionamento e conflitos; ocorreram durante a etapa de testes e nos primeiros meses do sistema em operação, pois os usuários solicitavam modificações e inclusão de funcionalidades, e não eram atendidos pelo setor de projetos.

**Falha na elicitação de requisitos.** Os requisitos foram parcialmente definidos por falta de informação e desconhecimento de certos procedimentos operacionais. Não houve modelagem do negócio.

**Definição dos requisitos funcionais:** também não foi permitida a participação dos usuários nesta etapa, assim como na definição de interfaces com usuário, etapas fundamentais para utilizar os conhecimentos operacionais da equipe.

**Considerar os testes de funcionalidade.** Nesse momento é que determinadas falhas no sistema eram identificadas, por conta de requisitos mal especificados, e em sua maioria não eram corrigidas, pois eram difíceis as negociações de alterações de escopo, como já foi dito.

Houve assim uma insatisfação dos colaboradores, provocada pelo não cumprimento de suas solicitações quanto às atualizações nos sistemas.

A não participação dos usuários causou, no caso de um dos terminais, a perda total do sistema desenvolvido, que foi implementado com arquitetura similar aos demais terminais, mas dada à sua dimensão e procedimentos operacionais, se mostrou inviável. Neste caso, foi concebido um novo sistema, desta vez com participação da equipe do terminal e o sistema foi concebido de forma adequada, do ponto de vista operacional. Demais funcionalidades permaneceram conforme padrão pré-estabelecido.

O maior impacto verificado foi o não envolvimento dos usuários, no caso, os operadores, na concepção inicial e desenvolvimento do sistema. Houve grande descontentamento nas equipes, pelos recursos disponibilizados, que ficavam aquém das necessidades operacionais, e mais ainda por não tomarem parte no processo: o aspecto humano da satisfação profissional.

Do ponto de vista de utilização do sistema, bastariam basicamente as seguintes ações ergonômicas:

- Participação dos usuários desde a etapa inicial de elicitação dos requisitos, onde os detalhes operacionais poderiam ter sido relacionados e o sistema prever determinados recursos.
- Trabalho colaborativo entre as equipes de projetos e operadores, durante a etapa de testes, apresentando as falhas encontradas em tempo.
- Realização de protótipos das telas principais, permitindo simulações das condições de operação.

**c) Ação ergonômica: contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia e realização de um diagnóstico ergonômico.**

Uma ação com ótimos resultados seria a contratação de uma consultoria na área de ergonomia, para dar treinamentos técnicos e palestras de conscientização, possibilitando melhorias na cultura da organização, no sistema e na atitude dos colaboradores.

Criar a cultura da participação do usuário seria outra abordagem interessante nos diversos projetos e atividades afins promovidas pela equipe de projetos.

Embora o sistema tenha sido desenvolvido seguindo as especificações contratadas, houve diversas falhas. As maiores queixas dos operadores na utilização do sistema foram:

- método de alarmes adotado no sistema, dificultava significativamente as atividades;
- falta de alguns recursos no sistema, necessários às operações no dia a dia;
- falta de um segundo monitor para melhor visualização das operações;
- falta de treinamento e suporte;
- dificuldade no uso de certas funções, como análise histórica dos dados;
- ambiente de operações inadequado;
- instalação de unidades de IHM remotas em campo;
- instalação de UPS (nobreaks) nos computadores.

Com relação ao sistema, seria necessária uma revisão das telas e funcionalidades partir de uma visão da ergonomia, onde seriam avaliadas a usabilidade e as dificuldades dos operadores. Nesse aspecto, a maior queixa era a questão do excesso de alarmes, envolvendo carga mental no trabalho e situações de estresse.

Os alarmes representavam o maior problema para os operadores: em épocas do ano em que o clima estava mais quente, a temperatura nos oleodutos subia e atingia os limites de alarme, provocando também aumento de pressão e obrigando, pela norma, os operadores irem em campo fazer um checklist.

As normas não permitiam ajustar os limites, embora na região fosse uma condição normal, o que dificultava bastante o trabalho e com o tempo desacreditava

a função e objetivos dos alarmes. Este fato seria contemplado pela oitava heurística de Nielsen: **flexibilidade e eficiência de uso**.

Carga mental no trabalho, tomada de decisão, estresse: se o sistema tivesse sido concebido com especificações a partir dos operadores, quanto ao arranjo de telas, e a inclusão de dois ou mais monitores, a realização do trabalho em períodos de alta movimentação de navios seria facilitada, reduzindo o estresse. Eventualmente, ocorriam falhas ao iniciar uma operação de descarga sem o acompanhamento do sistema.

Ou seja, basicamente, com o acréscimo de mais monitores e revisão em algumas telas criticadas pelos operadores, o sistema poderia ter significativa melhora.

Quanto à questão dos alarmes, envolveria discussões em outro nível para a busca de uma solução que atendessem às normas, o que poderia ser resolvido com consultoria externa, também apoiada com ações ergonômicas.

Funções cognitivas e carga mental: em determinadas situações, o operador não dava atenção aos alarmes, em função de receptibilidade e do excesso de operações.

Incluir um procedimento para avaliação do sistema a partir das heurísticas de Nielsen, estabelecendo um plano para um teste de usabilidade junto aos operadores do sistema.

Definição de treinamento. O treinamento era outra questão criticada pela operação, por era relatado que as qualificações realizadas não eram suficientes para pleno conhecimento de todo o sistema. Novamente, alterações no escopo não eram autorizadas pela alta gestão.

Nesse caso, caberia uma ação de conscientização para o atendimento das questões da cultura, abordando aqui, novamente, a questão da missão e dos valores da organização.

**d) Ação ergonômica: revisar os métodos de trabalho.**

Algumas situações que provocaram falhas nos processos ou nas atividades poderiam ter sido evitadas simplesmente com definição de métodos de trabalho, como dedicar mais tempo ao entendimento do processo de modelagem do negócio, o que dificultou a percepção de certos detalhes que poderiam ter sido previstos no sistema.

Analisando agora as etapas de definição, desenvolvimento e testes, constata-se como algumas ações poderiam ter provocado efeitos positivos nas equipes, através da ergonomia participativa, como: definição de equipes de usuários para atuar no

projeto, o entendimento e consideração do ciclo de vida do software, observando principalmente a definição de testes por etapas e elaboração de protótipos.

Assim, com a apresentação de telas dos sistemas ainda na fase de implementação teria possibilitado o uso da expertise dos operadores.

A elaboração do projeto conceitual no início do sistema, com apresentação para toda a equipe, num ciclo de debates e brainstorms, também poderia criar uma ótima oportunidade de troca de ideias e solução de problemas do processo. O uso da abstração também seria incentivado nesse momento.

**e) Ação ergonômica: definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização.**

Considerar a importância da definição da arquitetura. A definição da arquitetura do sistema poderia ter sido elaborada com maior detalhamento, mais tempo para discussões e envolvimento de outras equipes. Assim, o projeto poderia ter contemplado mais aspectos operacionais.

Considerar a importância da IHC. Da mesma forma, as interfaces com os usuários (os operadores), foram concebidas de acordo com normas da organização e critérios estabelecidos pelas equipes de projetos, sem considerar o usuário, cujos conhecimentos dos processos de carga e descarga de combustíveis poderiam ter contribuído para maior funcionalidade e melhor usabilidade.

Aquisição de equipamentos. No que se refere a aquisição de hardware, a organização, pela sua cultura em investir em tecnologia de ponta, deu todo apoio a compra de determinados equipamentos necessários para o projeto, buscando sempre o melhor nível em termos de qualidade.

Adequar o ambiente físico. Já no tocante aos aspectos humanos, o mesmo fator, cultura organizacional não atuava. As salas de controle não eram adequadas para o propósito de um sistema de supervisão, aproveitando estruturas existentes. O ambiente era extremamente movimentado, e com alta intensidade de ruídos, dificultando a concentração ou percepção de situações de alarmes, por exemplo.

Em determinados horários o monitor ficava exposto à luz solar direta. O mobiliário também não era adequado. Foi proposta uma sala com divisórias, isolando o ambiente de supervisão, mas a ideia foi rejeitada. Propostas similares não eram consideradas, por falta de um suporte formal, advindo, por exemplo, de uma consultoria na área.

**f) Ação ergonômica: ergonomia física.**

A especificação de mobiliário adequado, sala com climatização e mais conforto quanto ao mobiliário e iluminação compatível propiciariam uma condição de trabalho mais agradável. As salas não foram devidamente preparadas para esse tipo de utilização, além de estarem frequentemente com excesso de pessoas, o que trazia para o ambiente altos níveis de ruído, dificultando a concentração, como já mencionado.

Outro aspecto que envolveria a ergonomia, seria o estresse por acúmulo de funções. As atividades dos operadores requerem diversos deslocamentos aos terminais de atracação. Os deslocamentos em campo poderiam ser reduzidos com o uso de sistemas de câmeras integrados ao SCADA, com imagens na mesma tela do sistema, evitando deslocamentos e os riscos associados.

Cada vez que um operador se desloca em campo é uma situação de risco, por exposição a vapores de hidrocarbonetos, riscos de quedas, devido à natureza do local, e os riscos inerentes às áreas classificadas<sup>9</sup> como local sujeito a probabilidade de formação de atmosfera explosiva.

**g) Ação ergonômica: treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo.**

Otimização do fator comunicação. Os projetos em grupo, através da ergonomia participativa, poderiam ter sido aplicados para incentivar a coesão da equipe. Percebemos essa dificuldade no aspecto do trabalho em grupo, principalmente entre equipes de áreas diferentes, embora afins, como era o caso das áreas de projetos e operações. Existia uma ótima relação social, mas o trabalho em equipe, troca de informações e sobretudo feedback, imprescindíveis nessas situações, era muito falho.

Um trabalho relativo à comunicação efetiva entre as equipes, apresentando as vantagens da boa comunicação, poderia trazer excelentes resultados para um maior engajamento entre as equipes.

Trabalho colaborativo. Havia muita dificuldade em se obter a documentação dos processos, mesmo que necessários ao sistema, também fruto da cultura da organização, o que acarretava em atrasos no cronograma e aumento da carga burocrática.

**h) Ação ergonômica: gestão de recursos humanos.**

---

<sup>9</sup>Área classificada é um local sujeito a probabilidade de formação de atmosfera explosiva, justamente por conter substâncias consideradas como “explosivas”, como gases/líquidos inflamáveis e poeiras/fibras combustíveis.

Definição de equipe. Havia dificuldade na definição das equipes para atender às necessidades dos projetos. Com isso, também não era definida uma matriz de responsabilidades muito clara. Ocorriam, ainda, dificuldades no entendimento e acompanhamento dos processos de execução.

Vale ressaltar, ainda, alguns aspectos positivos observados, mesmo que não tenham sido intencionalmente considerados na época, como forma de reforçar que as ações previstas na pesquisa podem dar bons resultados:

**Projetos e métodos de Trabalho.** A equipe de projetos da organização era bem organizada, trabalhando sempre de forma planejada. Todas as reuniões e decisões eram documentadas. Os cronogramas definidos eram sempre acompanhados e registrados em ata. Todas as atividades realizadas na fase de implantação e testes eram documentadas. Embora ficasse muito isolada dos demais setores, é uma ação que trazia resultados.

**Documentação.** A organização foi bastante exigente na documentação dos sistemas, permitindo posterior modificações ou alterações nos sistemas, mesmo que por outra equipe de desenvolvimento. Também foi rigorosa na observância do atendimento dos requisitos na entrega, vistoriando toda a documentação de sistema, de treinamento e do hardware fornecido. Algum processo, por outro lado, que não fosse considerado “necessário”, mesmo sendo parte do sistema, era realizado informalmente.

**Negociação de alteração do escopo** nos casos mais críticos. Em alguns casos mais impactante a organização autorizava as modificações necessárias. Uma atualização nos aspectos culturais da organização beneficiaria consideravelmente esse elemento.

**Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais.** os procedimentos de testes eram bastante rigorosos no tocante ao cumprimento do escopo contratado. Foi certificado que o sistema atendeu aos requisitos estabelecidos, atendendo a 100% do escopo contratado. A administração fixou plenamente satisfeita com o sistema.

**Mudança de tecnologia.** Neste caso, a organização concordou em utilizar computadores do tipo industrial com maior confiabilidade – menor MTBF (tempo médio entre falhas), o que garantiria disponibilidade dos serviços, além de um sistema de aquisição de dados para usos em ambientes industriais, ainda não utilizado pela

organização. Após validação técnica e ensaios realizados, o sistema foi aprovado para utilização.

**A cultura organizacional** ajudou de forma positiva nos aspectos de exigência de documentação técnica em todas as etapas do processo, dos sistemas, e no cumprimento das normas em vigor, nas especificações e cuidados nas fases de testes. A cultura organizacional também favoreceu a aquisição dos melhores equipamentos disponíveis para o sistema. Não houve a menor dificuldade neste aspecto.

Apesar de o sistema não ter sido concebido considerando aspectos ergonômicos formais, observou-se na época o que poderia ser previsto para facilitar o trabalho das equipes de campo. Podemos destacar, em uma primeira análise, os seguintes ganhos ergonômicos observados:

- a) considerável menor esforço físico, por não ter de se deslocar com frequência entre os tanques e os navios para realizar medições manuais;
- b) redução do estresse por sobrecarga de deslocamentos e atividades;
- c) melhoria de processo cognitivos, pois a medição em campo era com instrumentos analógicos, tendo de fazer a leitura sob sol, chuva ou à noite;
- d) operações seguras, já que o supervisor gera alarme antecipando eventuais situações de riscos no processo, reduzindo também o estresse em operações de carga e descarga;
- e) considerável redução no tempo de exposição ao ambiente de área classificada (zonas com atmosfera explosiva);
- f) otimização das tarefas, pois com a implantação do sistema, os operadores passaram a ter mais tempo para executar as demais atividades.

Podemos concluir que um sistema SCADA, bem orientado no momento de sua especificação, considerando os aspectos ergonômicos evidenciados nessa pesquisa, pode trazer enormes benefícios do ponto de vista da ergonomia para os usuários, e a ampla observância das diretrizes aqui estabelecidas, pode também acarretar ótimos resultados para a organização.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa teve o objetivo de investigar fatores que, à luz da ergonomia, provocassem impacto no desenvolvimento de sistemas da informação, através da construção de uma base de dados contendo as diretrizes e recomendações, que permitam o alcance de melhores resultados. Para isso, conduziu-se uma fundamentação teórica como fonte de dados, para somar à experiência do autor na área, construindo assim uma base de conhecimentos consistente.

Desta forma, foi possível identificar os principais aspectos a serem considerados ao planejar o desenvolvimento de um sistema e, assim, elaborar uma orientação para propostas de soluções para sua otimização.

As diretrizes aqui estabelecidas podem ser utilizadas, também, como método de avaliar sistemas desenvolvidos e se obter um diagnóstico de ações que podem ser implementadas para sua atualização e otimização. Assim, para avaliar e obter consistência nos resultados, foi realizado um estudo de caso, como ferramenta para confirmar o impacto em sua utilização.

A construção deste método de avaliação visa levantar uma reflexão da necessidade constante de se adaptar as ferramentas computacionais, em diversos aspectos, às necessidades dos usuários e da organização nas mais diversas linhas de atuação, onde atua a ergonomia com sua abordagem multidisciplinar.

Demonstrou-se, com a presente dissertação, que as contribuições descritas ao longo dos capítulos permitiram encontrar um meio para agregar as técnicas da tecnologia da informação, da gestão de projetos e da ergonomia, e criar um guia para conduzir o processo de elaboração de um projeto de sistemas.

Verificamos como a ergonomia organizacional pode contribuir, com sua visão holística, desde a concepção do projeto, passando pela avaliação das condições dos aspectos culturais da organização para sua implementação, até questões específicas na ergonomia de software, como usabilidade e satisfação do usuário.

Também foco de atuação da ergonomia organizacional, estão os aspectos sociotécnicos cuja observação e consideração são fundamentais ao se tratar de sistemas da informação, considerando a relação hardware-homem-sistema.

Foi possível identificar através da fundamentação teórica, e durante a execução da pesquisa, algumas outras características inerentes ao processo de software antes não consideradas, as quais foram incorporadas ao contexto, enriquecendo ainda mais

os pressupostos iniciais, que se limitavam a aspectos diretamente conectados ao processo de desenvolvimento.

Os objetivos específicos desta dissertação foram contemplados, na medida em que se estruturou o trabalho buscando atingi-los, determinando, conseqüentemente, a forma metodológica da fundamentação teórica realizada, a organização dos capítulos e a adoção do modelo de correlação e análise dos resultados.

Com base nas análises desses estudos, considera-se que os resultados foram bastante satisfatórios, pois conseguimos identificar um número, acima das expectativas, de ações ergonômicas que podem ser utilizadas em benefício do processo, não se limitando apenas aos aspectos diretamente ligados com a interface homem-computador e usabilidade.

Foi de certa forma uma surpresa a constatação de que outros tantos fatores, além dos específicos da ergonomia de software, impactariam de tal forma o desenvolvimento de um sistema. Apesar de se ter vivenciado a situação na prática em diversas ocasiões, é bem diferente quando fazemos uma abordagem específica, com método definido e focando os fatos observados sob uma outra ótica.

Na verdade, como constatamos, outros fatores como a cultura organizacional impactam em determinados aspectos diretamente ligados ao processo de desenvolvimento. Fatores como não incentivar a participação dos usuários nos processos, que culmina com um sistema que não atenda suas expectativas, provocando impacto em várias dimensões do custo humano, como a desmotivação.

O método empregado no estudo de caso, bem como o sistema escolhido para a análise, permitiu uma ótima constatação dos fatos observados na pesquisa, demonstrando, ao aplica-lo, a facilidade de se obter um diagnóstico por meio do emprego dos procedimentos operacionais elencados (quadro 15).

É bastante conhecida a dificuldade de se estabelecer prioridade para a implantação de programas para otimização de processos nas organizações, por motivos aqui abordados. Entretanto, ficou claro que essa implantação deve ser considerada um certo fator de prioridade, analisando-se o custo-benefício para avaliar as ações que podem ser propostas dentro de um cenário realista da organização, naquele momento.

Os resultados alcançados com a conclusão deste trabalho possuem implicações tanto para a pesquisa, quanto aplicações práticas. Do ponto de vista da

pesquisa, reflete a necessidade de estimular mais trabalhos nesta área e afins, além de proporcionar um aumento das investigações sobre o tema.

Essa pesquisa faz importante contribuição prática, ao elaborar os quadros de um catálogo dos procedimentos a serem aplicados em desenvolvimento de sistemas. Já no início do projeto desta dissertação, um fabricante da solução para Sistemas SCADA demonstrou interesse no material produzido e em artigos gerados a partir deste, para fazer parte de sua base de conhecimentos.

O catálogo de procedimentos operacionais (quadro 15) permitiu obter uma visão mais ampla sobre a empregabilidade da análise de impacto, bem como um roteiro de indicações para a obtenção de bons resultados na análise. Embora ainda seja preciso investigar a possibilidade de unir tais sugestões na construção de novas técnicas, buscando sempre sua melhoria.

Já o catálogo de diretrizes permite, como visto mediante enfoque da ergonomia organizacional, dirigir uma série de ações para orientar a condução do projeto e especificação de um sistema informatizado.

A aplicação dos catálogos acima compõe assim um método, desenvolvido nesta pesquisa: o. MIDAS (Método Integrado para Implantação e Avaliação Ergonômica de Sistemas).

Diante do exposto e dos resultados alcançados nesta pesquisa, consideramos respondida a questão proposta inicialmente: **Em que medida a elaboração de um guia para avaliar e orientar sistemas informatizados é determinante?**

Alguns fatos tiveram acentuada representatividade, merecendo maior consideração quando da realização do projeto de um sistema, conforme observado. Necessárias, nesse sentido, ações que induzam para, após a realização de um diagnóstico, **que as ações propostas sejam levadas à fase de implantação**, como abordado no capítulo 3.5. Teríamos, neste caso, a seguinte sugestão para uma intervenção ergonômica:

- a) **Montar um comitê de ergonomia**, para estabelecer um plano de trabalho e diagnóstico preliminar. Esse comitê avaliaria não apenas as questões do projeto de um sistema, mas das condições da organização para tal;
- b) **Contratar consultoria especializada** para algumas ações como realização de um diagnóstico ergonômico e treinamentos em ergonomia;
- c) **Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos** para aplicação de seu conhecimento. Esse aspecto, como visto em diversos

artigos, durante a realização da na pesquisa, foi o mais impactante em termos de obtenção de resultados. O sistema assim orientado, poderia ter atendido bem aos operadores e ter ainda melhores resultados para a organização;

- d) **Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional** relacionados ao sistema a ser desenvolvido. Determinados aspectos podem ser desenvolvidos e atualizar a questão da cultura para facilitar não apenas o desenvolvimento de um sistema, mas a cumprir a missão da organização;
- e) **Considerar as fases e recomendações vistas no ciclo de software**, observadas durante a pesquisa;
- f) **Proporcionar treinamentos em comunicação eficaz** e trabalho em grupo.

Relativo aos procedimentos para aplicação do método MIDAS, sugerimos a seguinte recomendação no caso de um novo projeto, ou para realizar diagnóstico de um sistema em operação:

Utilizar o Quadro 4 - Catálogo de procedimentos operacionais e ações ergonômicas para compor uma tabela similar à do estudo de caso e verificar em cada item as ações necessárias a serem aplicadas no projeto. Cada item deverá ser avaliado em função de sua abordagem e aplicabilidade ao projeto em definição.

De forma análoga, as Diretrizes recomendadas no desenvolvimento e implantação de sistemas automatizados com base em tecnologia da informação, no Apêndice B, deverão ser consideradas nos requisitos para o projeto, nas ações de gestão, nas recomendações quanto aos participantes do projeto e nas especificações para o sistema.

No caso de um sistema a ser desenvolvido, os itens podem ser discutidos e realizada uma AES - Avaliação Ergonômica do Sistema, onde será realizado um relatório com as recomendações necessárias.

Para aplicação da ergonomia organizacional, é fundamental que sejam feitos treinamentos com os colaboradores e a equipe do espaço corporativo, a fim de esclarecer todas as dúvidas que venham a surgir sobre o tema. Sem conhecimento, são grandes as chances de o método não ser aceito pelos funcionários, e, desta forma, não resultar em algo eficiente.

O assunto aqui estudado é bastante extenso e complexo, podendo ser consideradas diversas propostas para seu aprimoramento. A falta de material disponível com uma abordagem holística é uma evidência da necessidade de considerar novas pesquisas neste tema.

## 6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os conhecimentos produzidos a partir deste trabalho representam o ponto de partida para novas percepções e implementações de projeto e diagnóstico de sistemas. Porém, é possível aprofundar o tema nos aspectos da ergonomia, da engenharia de software, da gestão de projetos, da psicologia cognitiva aplicada a relações humanas e conhecimentos afins, para maior detalhamento.

Um outro aspecto que pode ser tratado em um trabalho posterior, seria elaborar um plano de diagnóstico, para aplicação do procedimento desta pesquisa, considerando a dimensão do projeto, para um estudo da viabilidade da implantação para cada caso.

Focando o aspecto do processo de desenvolvimento, uma sugestão de trabalho a ser realizado, seria montar um comitê de sistemas, com a equipe de desenvolvimento da Superintendência de Tecnologia da Informação da UFPE, para fazer uma análise do resultado desta pesquisa, a aplica-la em sistemas hora em uso na UFPE, sob às vistas dos desenvolvedores. Também avaliar sua utilização nos processos em curso pela Coordenação de Desenvolvimento e enriquecer assim o trabalho aqui realizado.

Sugere-se, ainda, para futuros estudos, abordar com maior detalhamento a questão da comunicação eficaz entre equipes, em processos de trabalho similares. Foi um aspecto impactante no processo de software, muito observado em inúmeros artigos, quando o tema é as dificuldades em desenvolver um sistema. Merece, assim, maior aprofundamento na investigação.

Finalmente, utilizando o tema motivador inicial desta pesquisa, uma proposta de trabalho interessante nesse campo seria realizar uma pesquisa similar, focando especificamente os aspectos intrínsecos a um Sistema SCADA. Existe pouca literatura disponível, e os fabricantes de soluções, neste segmento, já estão discretamente voltando a atenção para as questões ergonômicas.

## REFERÊNCIAS

- A ABRAHÃO, Júlia Issy; SILVINO, Alexandre Magno Dias; SARMET, Maurício Miranda. **Ergonomia, Cognição e Trabalho Informatizado**, 2005.
- ALBUQUERQUE, João Porto de. **Aspectos sociotécnicos da computação: contextualizando o desenvolvimento de sistemas de computação com o modelo Mikropolis**. <https://www.researchgate.net/publication/36409210>, 2014.
- ALÉSSIO, Simone Cristina; SABADIN, Neli Miglioli e ZANCHETT, Pedro Sidnei. **Processos de Software**. Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, 2017.
- ALLEBRANDT, Sérgio Luís; GRIEBELER, Marcos Paulo Dhein; SIEDENBERG, Dieter; HÖFLER, Claudio. **Planejamento Estratégico Local**. Researchgate, 2009.
- ALMEIDA, Lucas Rodrigo Santos de; ALMEIDA, Suellen Sanne; CABRAL, Ana Paula Pessoa da Silva. **O Outsourcing Como Ferramenta Estratégica Nas Mudanças De Paradigmas Organizacionais**, 2015.
- ALVARES, Helmar. **Planejamento estratégico de tecnologia da informação – INPI**, 2014.
- AMARAL, Marcelo. **A gestão de projetos**. Universidade Federal Fluminense, 2004.
- AMORIM, Deivison Gomes de; FARIAS JÚNIOR, Ivaldir de; LEITÃO JÚNIOR, Nelson; TEIXEIRA, Marcelo Mendonça. **Gerenciamento de Teste de Software: Um comparativo entre Ferramentas Open Source**. Revista Gestão Org, v. 14, Edição Especial, 2016.
- ANDRADE, Jorge André Marques de. **Gestão de Redes e Sistemas: Estudo de um caso**, 2015.
- ANKARBRANTH, Christian; MÅRTENSON, Martin. **Strategy for using prototypes in the product development process - CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**, 2013.
- ANVERSA, Giseli Barbosa. **Tudo sobre engenharia: 5 conceitos fundamentais**, 2018. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/tudo-sobre-engenharia-5-conceitos/> Acesso em: 04 mar. 2021.
- ARAÚJO JÚNIOR, Rogério Henrique de; ALVARES, Lillian. **Planejamento de sistemas de informação: aspectos teóricos e elementos essenciais da estratégia e da implementação**, 2007.
- ARAÚJO, Reginaldo Lira de. **Gerenciamento de infraestrutura de ti: abordagem acerca da estrutura de ti de uma agência reguladora**, 2017.
- ARAÚJO, Rogério Henrique de; ALVARES, Lillian. **Planejamento de sistemas de informação: aspectos teóricos e elementos essenciais da estratégia e da implementação - VIII ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**, 2007.

ARRUDA, Natasha de Souza. **Engenharia de Requisitos- como Prevenir e Reduzir Riscos**. VIII Simposio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2011.

ASSMANN, Daniel. **Fatores críticos de sucesso no desenvolvimento de software**, <https://www.researchgate.net/publication/282979708>, 2015.

AUAD, Tássio. **Engenharia de Usabilidade de Nielsen**, 2017. Disponível em: <https://tassioauad.com/2017/03/06/engenharia-de-usabilidade-de-nielsen/> Acesso em: 10 abr. 2021.

AUAD, Tássio. **Princípios da engenharia de software**. <[https://tassioauad.com/sobre/Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais](https://tassioauad.com/sobre/Pontifícia%20Universidade%20Católica%20de%20Minas%20Gerais). Acesso em 12 mai. 2021.

AVDOSHHIN, Sergey. **Software risk management**. National Research University Higher School of Economics, October 2011.

AZAMBUJA, Aline; OLYNTHO, Carolina; MENDES, Renata. **Guia de ergonomia - Fundação Oswaldo Cruz**, 2013.

AZEVEDO JR., Delmir Peixoto de. **Aplicação da técnica de modelagem de negócio com UML a processos iterativos de desenvolvimento de software**. UENF, 2003.

AZEVEDO JÚNIOR, Manoel Francisco de; PARREIRA JÚNIOR, Walteno Martins. **Análise Preliminar de Risco no Desenvolvimento de Software**. 2015.

BALDUCCI, Daniel; KANAANE, Roberto. **Relevância da gestão de pessoas no clima organizacional de uma empresa de engenharia**, 2007.

BARBOSA, Marcelo Werneck. **Avaliando dificuldades de aprendizagem na elaboração de estruturas analíticas de projetos (EAP)**. 2013.

BARROS, Conrado Gomes de Queiroz. **Governança de ti: estudo das boas práticas sobre alinhamento das estratégias de ti e negócio**. 2016.

BASHAR, Nuseibeh; EASTERBROOK, Steve. **Requirements Engineering: A Roadmap**, Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering, 2000.

BASTOS, Priscila Lanzini; CYRNE, Carlos Candido da Silva. **Como a cultura organizacional influencia na atuação dos líderes**, 2017.

BATISTA, Gabriel de Almeida; NEVES, Felipe da Silva Borges; OLIVEIRA, Manoel Messias Araújo. **Aplicação da Engenharia de Requisitos em um Projeto De Software**. Universidade Paulista – UNIP, 2018.

BAZZOTTI, Cristiane; GARCIA, Elias. **A importância do sistema de informação gerencial para tomada de decisões**. 2012.

BERTOLLO, Gleidson; SEGRINI, Bruno; FALBO, Ricardo de Almeida. **Definição de processos de software em um ambiente de desenvolvimento de software**

**baseado em ontologias.** V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS, 2006.

BETEMPS, Carlos Michel. **Construção de um ambiente de desenvolvimento de software baseado em um sistema de gerência de workflow e outros produtos comerciais.** UFRS, 2003.

BEZERRA, Séfora Gondim. **Comitê de Ergonomia quando e como implementar.** Disponível em: <https://www.sesi-ce.org.br/blog/comite-de-ergonomia-quando-e-como-implementar/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

BOCK, Ana Mercês Bahia. **CÓDIGO DE ÉTICA PROFISSIONAL DO PSICÓLOGO.** XIII Plenário do Conselho Federal de Psicologia, 2005.

BOEHM, B. **Software Risk Management: Principles and Practices,** IEEE Software, Vol. 8 No.1, pp. 32-41, 1991.

BOMFIN, David Ferreira; NUNES, Paula Cristine de Ávila; HASTENREITER, Flávio. **Gerenciamento de projetos segundo o guia pmbok: desafios para os gestores -** Revista de Gestão e Projetos - GeP, 2012.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The unified modeling language user guide.** 1998.

BORDIN, Maycon Viana. **Padrões de Qualidade para a Garantia da Confiabilidade de Produto de Software.** 2011.

BORSOI, Alex; BORSOI, Daiane Deon; BARICHELLO, Rodrigo; JACOSKI, Claudio Alcides. **Processos de gerenciamento de projetos em uma agroindústria: uma análise comparativa com o guia PMBOK.** 2019.

BORUCKI, Andrzej. **Ergonomic Aspects of Software Engineering.** 2014.

BRITO, Lara da Costa; QUARESMA, Maria Manuela Rupp. **O design centrado no usuário nas metodologias ágeis - 17º Ergodesign – Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano Tecnológica,** 2019.

BROOKS, F. **Essence and accidents to software engineering.** Los Alamos, California, IEEE Computer Society, v.4, n.3, 1987.

BROWN, Simon; **Cinco coisas que todo desenvolvedor de software deve saber sobre Arquitetura de Software.** Disponível em: <https://www.infoq.com/br/articles/architecture-five-things/> Acesso em: 10 abr.2021.

BUGLIANI, Raquel de Oliveira. **Macroergonomia: um panorama do cenário brasileiro,** 2007.

BUNDER, Jeferson; BARROS, Gil Garcia. **O estudo de caso e a pesquisa-ação: compreensão teórica e evidências empíricas.** <https://www.researchgate.net/publication/336900921>. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Uberlândia, 2019.

CABRAL-CARDOSO, C.; ESTÉVÃO, C. V.; SILVA, P. **Competências transversais dos diplomados do Ensino Superior: perspectiva dos empregadores e diplomados**. 2006.

CAMARGO JÚNIOR, João Batista de; PIRES, Silvio Roberto Ignácio. **Sistematização da implementação de outsourcing logístico por meio de práticas de gestão de projetos**. 2017.

CAMARGO, Robson. **Gerenciamento do cronograma: ferramenta essencial para cumprir prazos**, 2019. Disponível em: <<https://robsoncamargo.com.br/blog/Gerenciamento-do-cronograma>> Acesso em: 5 jun. 2021.

CAMARGO, Robson. **Planejamento estratégico: saiba por que toda empresa precisa de um**, 2018. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/Planejamento-estrategico-saiba-por-que-toda-empresa-precisa-de-um> Acesso em: 12 jun. 2021.

CAMARGO, Robson. **Stakeholders: entenda a grande importância deles no gerenciamento de projetos**, 2019. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/O-que-sao-stakeholders-Saiba-tudo-sobre-eles-e-sua-importancia> Acesso em: 9 jun. 2021.

CAMARGO, Robson. **Você tem as soft skills mais requisitadas pelo mercado?** 2019. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/soft-skills>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CAMARGO, Robson; **EAP e cronograma de projetos**, Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/EAP-e-cronograma-de-projetos-entenda-tudo#:~:text=A%20EAP%20ou%20Estrutura%20Anal%C3%ADtica,PMBOK%C2%AE%20Pacotes%20de%20Trabalho>. Acesso em: 18 mai. 2021.

CAMARGO, Robson; **Escopo: significado para o ciclo de vida do projeto**. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/Escopo-significado-para-o-ciclo-de-vida-do-projeto>. Acesso em: 17 mai. 2021.

CAMPOS, Fábio Martinho. **Qualidade, Qualidade de Software e Garantia da Qualidade de Software são as mesmas coisas?** Disponível em: [Qualidade, Qualidade de Software e Garantia da Qualidade de Software são as mesmas coisas? \(linhadecodigo.com.br\)](https://linhadecodigo.com.br/Qualidade,Qualidade-de-Software-e-Garantia-da-Qualidade-de-Software-sao-as-mesmas-coisas/) Acesso em: 05 mar. 2021.

CAMPOS, Lídio Mauro Lima de; LIMA, Alberto Sampaio. **Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento de Software com o RUP e o PMBOK**, 2009.

CAMPOS, Samuel Rodrigues de Sales; CARVALHO, Luis Marcelo Tavares de. **BANCO DE DADOS**, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/290394138>.

CARTWRIGHT, C. & Yinger, M. **Project management competency development framework—second edition**. Paper presented at PMI® Global Congress 2007— EMEA, Budapest, Hungary. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

CIN UFPE. **Ambiente de Desenvolvimento**. Disponível em:

[https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base\\_rup/guidances/concepts/development\\_environment\\_84567088.html](https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base_rup/guidances/concepts/development_environment_84567088.html)

Acesso em: 11 jun. 2021.

CIN-UFPE. **Engenharia de Usabilidade**, Centro de Informática – UFPE. Disponível em:

[https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base\\_rup/guidances/concepts/usability\\_engineering\\_1037E52.html](https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base_rup/guidances/concepts/usability_engineering_1037E52.html). Acesso em: 18 mai. 2021.

CLANCY, Tom. **Chaos Report - The Standish Group Report**, 2014.

CLARO, José Alberto Carvalho dos Santos. **Sistemas de informações gerenciais**. 2013.

COETZ, Helcker Ferrarezi. **Metodologia para Desenvolvimento de IHMs de Alta Performance Visual**, 2019.

COLAÇO Júnior, Methanias. **Exigências para uma boa Administração de Banco de Dados**, 2005. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/327756244>.

CORAIOLA, Diego M.; SANDER, Josué Alexandre; MACCALI, Nicole e BULGACOV, Sergio. **Estudo de Caso**. <https://www.researchgate.net/publication/260037030> Universidade Federal do Paraná e Fundação Getúlio Vargas, 2014.

CORDEIRO, Aline Gomes. **O cenário atual da qualidade de software**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF), 2008.

CORREIA, Simone Márcia Santos; Silveira, Carina Santos. **A ergonomia cognitiva, operacional e organizacional e suas interferências na produtividade e satisfação dos colaboradores** - XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009.

COSTA FILHO, Lourival. **Ergonomia e Imagem Avaliativa do Produto**. Material de aula - PPERGO, 2019.

COSTA, Elvio Carlos da. **A importância da engenharia de requisitos no processo de desenvolvimento de sistemas de informação**. Revista Interface Tecnológica, 2018.

COUTINHO, Thiago. **Conheça as 11 habilidades essenciais que um gerente de projetos deve ter**, 2020. Disponível em:

<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/habilidades-de-um-gerente-de-projetos>, Acesso em 10 jun. 2021.

COUTINHO, Thiago. **Entenda o que é um projeto e as características necessárias para ser um gestor de sucesso**, 2020. Disponível em:

<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-um-projeto>. Acesso em 04 abr. 2021.

CRESPO, Adalberto Nobiato; Jacinto da Silva, Odair; Borges, Carlos Alberto; Salviano, Clênio Figueiredo; Teive, Miguel de; e Argollo Junior, Mario Jino. **Uma**

**Metodologia para Teste de Software no Contexto da Melhoria de Processo.** UNICAMP, 2004.

CROZATTI, Jaime. **Modelo de Gestão e Cultura Organizacional**, 1998. SCIELO, out-2011.

CUKIERMAN, Henrique Luiz; Teixeira, Cássio; Prikładnicki, Rafael. **Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software**, 2007.

CUNHA, Felipe. **Modelagem de Sistemas**. Pearson Prentice Hall, 2011.

CUNHA, Tiago Júnio Pires da. **Plano de gerenciamento de riscos para a infraestrutura de tecnologia da informação comum aos campi do instituto federal de Brasília**, 2016.

CYBIS, Walter de Abreu; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**, 2010.

CYBIS, Walter de Abreu; PIMENTA, Marcelo Soares; SILVEIRA, Mário Cesar; GAMEZ, Luciano; **Uma Abordagem Ergonômica para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos**, 1998.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2015.

DAHER, Maria José; OLIVEIRA, Marianne Matheus; VIDAL, Leonara Leite; PAES, Gracy Kelly; **A importância da utilização da ergonomia para a saúde do trabalhador**, 2011.

D'ANDREA, Daniel; MEIRELLES, Dimária Silva e. **Origens, definições e dimensões do conceito de modelos de negócio**, 2018.

DANTAS, André Vinícius Fontes; **Projeto de interfaces & usabilidade**, 2012.

DAVENPORT, Thomas Hayes; PRUSAK, Laurence. **Ecologia da informação**. São Paulo: Futura, 1998.

DIAS JÚNIOR, Jorge; **Modelagem de Negócio - A importância de entender o negócio antes de começar o desenvolvimento de projetos de software**, - Edição 31 - Engenharia de Software Magazine – UFPB. 2010.

DIAS NETO, Arilo Cláudio. **Introdução a teste de software**, 2015.

DIAS, Guilherme. **Hard skills e soft skills: quais as principais diferenças?**, 2021. Disponível em: <https://www.gupy.io/blog/hard-skills-e-soft-skills>, Acesso em: 28 mai. 2021.

DIAS, Huxley. **Contribuição da Ergonomia no desenvolvimento de produto aplicado ao processo produtivo**. UNESP - SP, 2012.

DOMINGUES, Jenifer. **A importância dos sistemas de informação gerencial para as empresas**, 2014. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/a->

importancia-dos-sistema-de-informacao-gerencial-para-as-empresas. Acesso em: 20 mai. 2021.

DONADEL, André C.; VARVÁKIS, Gregório; SELIG, Paulo M. **Uma Ferramenta para Avaliação dos Processos de Software sobre a Visão do CMMI**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net> >2013.

DONATO, Lillian. **PMBOK - Tudo o que você precisa saber**, 2020. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/pmbok/>. Acesso em: 7 jun. 2021.

DOURADO, Adriana Coelho. **Técnicas para o levantamento de requisitos: uma proposta para a obtenção de resultados mais precisos**, 2014.

DOURADO, Luzia. **COBIT 5. Framework de Governança e Gestão Corporativa de TI**, 2014.

DRUBSCKY, Luiza. **Gestão de projetos: o que é e como fazer na sua empresa**, 2016. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/gestao-de-projetos/>> Acesso em: 10 mai. 2021.

EGITO, Ana Paula Gomes do; GUIMARAES, Mirna Santiago; SOUZA, Dayse da Mata Oliveira. **A análise ergonômica do trabalho, uma importante aliada na busca pela certificação ISO 9001:2000**. – XXVII ENEGEP, 2007.

ELOI, Daniel Sulman de Albuquerque. **Um estudo comparativo de metodologias ágeis no desenvolvimento de aplicativos móveis**, CIN – UFPE, 2016.

EMANOELE, Alícia. **Descubra como criar um planejamento ágil para projetos de longo prazo**, 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-planejamento-agil> Acesso em: 08 mai. 2021.

ERGOTEC. **Qual a importância da Ergonomia Organizacional na produtividade no trabalho?** Publicado em Ambiente De Trabalho, Ergonomia, 2019. Disponível em: <http://blog.ergotec.com.br/qual-a-importancia-da-ergonomia-organizacional-na-produtividade-no-trabalho/> Acesso em: 30 mai. 2021.

ESPALAOR, Angela. **Soft skills no gerenciamento de projetos**, 2018. Disponível em: <https://www.mestregp.com.br/2018/08/07/soft-skills-no-gerenciamento-de-projetos/> Acesso em: 8 jun. 2021.

ESPINHA, Roberto Gil. **Certificações em Gestão de Projetos: O guia definitivo para se tornar um Gerente de Projetos**. Disponível em: <https://artia.com/blog/o-guia-definitivo-para-conseguir-certificacoes-em-gestao-de-projetos/> Acesso em: 9 jun. 2021.

ESPINHA, Roberto Gil. **EAP - estrutura analítica do projeto: entenda na prática**, Artia – Gestão de Projetos de TI. Disponível em: <https://artia.com/blog/como-fazer-eap-na-gestao-de-projetos/#:~:text=Os%20crit%C3%A9rios%20de%20sucesso%20de%20uma%20EAP&text=Antes%20que%20a%20EAP%20seja,deve%20elaborar%20o%20cronograma%20detalhado.> Acesso em: 19 mai. 2021.

ESPINHA, Roberto Gil. **Você realmente sabe o que é um projeto? Descubra o conceito, os principais tipos e as fases de um projeto**, 2020. Disponível em : <https://artia.com/blog/o-que-e-um-projeto/>, Acesso em 04 abr.2021.

ESTACIO. **O que são as habilidades cognitivas?** Disponível em: <<https://www.posestacio.com.br/o-que-sao-as-habilidades-cognitivasij/noticia/271>> Acesso em: 24 de mai. 2021.

ESTRADA, Rolando Juan Soliz. **O processo do planejamento estratégico e a cultura organizacional das instituições públicas de ensino superior**, 2000.

ETEM. **Especificação técnica para equipamentos de microinformática e relacionados**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. SUPERINTENDÊNCIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Coordenação de Manutenção de Infraestrutura Computacional. Disponível em: <http://www.ufpe.br/documents/1153880/0/Especificacao%20para%20ativos%20de%20TIC+%28categoria+Microinformatica%29/8241b32a-a865-40f3-b803-d2bbd73b883b>. Acesso em: 07 jul. 2021.

FACCIONI FILHO, Mauro. **Gestão da Infraestrutura do Datacenter** - Unisul, 2016.

FALZON, P. **Ergonomia**, 2007. São Paulo: Blucher.

FAZION FILHO, Mauro. **Design Thinking e Modelagem**. Researchgate, 2016.

PRADO, Pedro Felipe do; PRADO, Edmir Parada Vasques; ALBUQUERQUE, João Porto de. **Análise de Risco em Projetos de Software**. XVI SIMPEP – 2009.

FELIPE, Israel José dos Santos. **A importância da cultura organizacional nas organizações e para os administradores**, 2011.

FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F. **Implantando a governança de TI, da estratégia à gestão dos processos e serviços**, 4ª ed. Brasport, 2014.

FERNANDES, Gildásio Guedes. **Avaliação de Interface Humano-Computador**, 2008.

FERNANDES, Priscila Rodrigues; ANACLETO, Juarez; BATIZ, Eduardo Concepción; HURTADO, Ana Lúcia Berretta; MARTÍNEZ, Ricardo de la Caridad Montero. **O papel da cultura organizacional e a conscientização na gestão de Ergonomia com foco em Resiliência**, 2014.

FERRARI, Onevair. **10 coisas para fazer na execução do projeto**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/weblog/2018/05/24/10-coisas-para-fazer-na-execucao-do-projeto/>> Acesso em: 9 jun. 2021.

FERREIRA, Adriane Pedros Dias; FERREIRA, Luciano. **Medindo a satisfação dos usuários de um sistema integrado de gestão**, 2006.

FERREIRA, Alais Souza; MERINO, Eugenio Andrés Díaz; FIGUEIREDO, Luiz Fernando Gonçalves de. **Métodos utilizados na Ergonomia Organizacional: revisão de literatura**, 2017.

FERREIRA, Mário César. **Ergonomia da Atividade aplicada à Qualidade de Vida no Trabalho: lugar, importância e contribuição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET)**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional Artigo ISSN: 0303-7657 (versão impressa) <http://dx.doi.org/10.1590/0303-76570000744132014>.

FISCHER, Daniela; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Efeitos Positivos da Ergonomia Participativa**. 2001.

FISCHER, Daniela; PASTRE, Tatiana Maglia; KMITA, Silvério. **DINÂMICA DE COMITÊS DE ERGONOMIA EM DIFERENTES ORGANIZAÇÕES**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS ABERGO, 2002.

FLEURY, M. T.; FISCHER, R. M. **Cultura e poder nas organizações São Paulo: Atlas**, 1989.

FLORES, Juliano. **A importância da gestão de infraestrutura de TI**, 2012.

FREITAS, Danielle; **Interação Homem-Computador – Material de aula**, IFECT RN, 2015.

FREITAS, Geraldo Magela Lopes de. **Uma estratégia para implementação de gerenciamento de redes - estudo de caso do Tribunal de Contas da União**, 2001.

FREITAS, Marcelo Pinto de; MINETTE, Luciano José. **A importância da ergonomia dentro do ambiente de produção**, 2014.

FREITAS, Maria do Carmo Duarte; SILVA, Helena De Fátima Nunes; ALMEIDA, Paulo. **Gestão do conhecimento em empresas de offshoring outsourcing**, 2016.

FURNIVAL, Ariadne Chloë. **A participação dos usuários no desenvolvimento de sistemas de informação**, 1995.

FURTADO, Marcelo. **Cultura organizacional: como melhorar o clima na empresa**, 2020. <https://blog.convenia.com.br/cultura-organizacional/>

GARCES, S. B. B., **Classificação e Tipos de Pesquisas**, 2010. <https://www.passeidireto.com/arquivo/79422301/classificacao-e-tipos-de-pesquisas-cientificas>.

GASPAR, Bruno Rodrigo da Silva; ARAUJO, Daniele da Costa de; MANFÉ, Ana Caroline Assunção; WIESENHUTTER, Gilberto Alcido. **A infraestrutura de tecnologia da informação e os seus reflexos na tomada de decisão: um estudo de caso na empresa EBD Caminhões**, 2010.

GASPAR, Fernando. **Atividades básicas ao processo de desenvolvimento de Software**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/atividades-basicas-ao-processo-de-desenvolvimento-de-software/5413>. Acesso em: 10 mai. 2021.

GASPAR, Fernando. **Modelagem de software com UML**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/modelagem-de-software-com-uml/20140>, Acesso em: 20 de mai. 2021.

GASPAR, Fernando. **Testabilidade e planejamento de testes de software**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/testabilidade-e-planejamento-de-testes-de-software/37297> Acesso em: 25 mai. 2021.

GASPAR, Fernando; **Introdução a Requisitos de Software**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-a-requisitos-de-software/29580>. Acesso em: 20 abr. 2021.

GASPAR, Fernando; **Introdução a interface homem máquina** Disponível em : <<https://www.devmedia.com.br/introducao-a-interface-homem-maquina/24013>>, Acesso em: 22 mai. 2021.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**, 2009.

GEORGES, Marcos Ricardo Rosa. **Modelagem dos processos de negócio e especificação de um sistema de controle da produção na indústria de auto-adesivos** - Journal of Information Systems and Technology Management - 2010SEBRAE. **Como construir um modelo de negócio para sua empresa**, 2015. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-construir-um-modelo-de-negocio-para-sua-empresa,6054fd560530d410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acesso em: 05 mai. 2021.

GIEHL, Eduardo Luís Hettwer; BUDKE, Jean Carlos. **Aplicação do Método Científico em Estudos Fitossociológicos no Brasil: em Busca de um Paradigma**, <https://www.researchgate.net/publication/249342240>, 2014.

GOMES FILHO, Antonio Costa; VANZIN, Tarcisio; FORCELLINI, Fernando Antonio. **Erros humanos: considerações sob um ponto de vista cognitivo aplicado a processos criativos de negócios**, Ciências & Cognição, 2009.

GOMES, Glauco Ricardo Simões. **Cultura organizacional nossa de cada dia, pero no mucho**, 2019.

GOMEZ, Andre V. **Pesadelo high-tech: a quarta revolução indutrial e o fim do mundo que conhecemos**. Revista Libertas, Juiz de Fora, v. 17, n.2, p. 01-16, ago. a dez. 2017. Disponível em: <https://libertas.ufjf.emnuvens.com.br/libertas/article/view/3156/2416>. Acesso em 12 mai., 2018.

GONÇALVES, André; MARTINS, Fernando; CARREIRA, Paulo; LOPES, Pedro; NUNES, Sérgio. **IEEE Std 830 Prática Recomendada Para Especificações de Exigências de Software** - Standard Internacional, 2004.

GONÇALVES, Juliana Machion. **A importância dos aspectos cognitivos ligados ao trabalho sob a visão da ergonomia**. UFSCAR - XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009.

GRUBER, Crislaine; VERGARA, Lizandra Garcia Lupi; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. **Design instrucional ergonômico e design thinking**, 2017.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de Pesquisa Qualitativa**. GRUPO ANIMA EDUCAÇÃO, 2014.

GUIMARÃES, Isabela. **10 habilidades comportamentais (soft skills) que você precisa ter/desenvolver**, 2018. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/listas/10-habilidades-comportamentais-soft-skills-que-voce-precisa-terdesenvolver/> Acesso em: 18 jun. 2021.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Análise macroergonômica do trabalho (AMT): modelo de implementação e avaliação de um programa de ergonomia da empresa**, 2007.

GUIZZE, Carmen Lucia Campos; VIDAL, Mario César Rodríguez; BONFATTI, Renato José. **Habilidades facilitadoras na pratica da ergonomia: proposição e validação de um treinamento específico**, XXVII - ENEGEP - 2007.

GURGEL, Giovane Montine Moreira; CEZAR FILHO, Paulo. **Avaliação da infraestrutura de tecnologia da informação de empresas em Mossoró-RN**, 2010.

GUSMÃO, Tânia Rocha; CAJARAVILLE, José. A.; FONT, Vicença; GODINO, Juan D. **Modelo de análise do conhecimento cognitivo e metacognitivo – XIII CIAEM**, 2011.

HARTSON, Rex; PYLA, Pardha S. **The UX Book - Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience**, 2012.

HECKSHER, Suzana Dantas; FERRAZB, Fernando Toledo e GUIDAA, Hilka Flavia Saldanha. **Planejamento, Controle e Avaliação de Projeto Corporativo de Ergonomia: proposta de sistematização de categorias**, ENEGEP 2018 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018.

HESPANHOL, Rafael Medeiros. **GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE CRÍTICA DA NORMA ISO 21500**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324271145>, 2017.

HONORATO, William; OKANO, Marcelo; LOBO, Henry. **Sistema de Gestão de Serviços de TI baseado na ISO 20000: Um canal para Implementação da estratégia na operação de TI**, 2020.

HOSSAIN, Akram. **HMI design: an analysis of a good display for Seamless integration between user understanding and Automatic controls**. Purdue University, Calumet, USA, 2012.

LIDA, Itiro; **Ergonomia, Projeto e Produção**. 2ª Edição, 2005.

ISO/IEC 12207:2008. **Systems and software engineering – Software life cycle processes**, 2008.

ISO/IEC 31010. **Gestão de Riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos**. ABNT, 2012.

ISO/IEC 9126. **NBR ISO/IEC 9126-1 Engenharia de software - Qualidade de produto Parte 1: Modelo de qualidade.** ABNT - Jun, 2003.

JALOTE, P. **An integrated approach to software engineering.** 3. ed. New York: Springer, 2005.

JAZANI, Reza Khani; MOUSAVI, Sajad. **The Impacts of Ergonomic Aspects on the Quality.** Open Journal of Safety Science and Technology, 2014.

JESUS SILVA, Bruna Grazielly de; LISBOA, Ainã Pinheiro; SANTOS, Áurea Haíza Almeida; SANTANA, Kelyanne Santos; PEREIRA SILVA, Isabelly. **Confiabilidade humana: uma abordagem atual do erro humano.** Anais do IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2017.

JEUNON, Ester Eliane; DUARTE, Leonora. **Gestão das expectativas das partes interessadas: um estudo da percepção dos profissionais em gestão de projetos,** 2016.

JORDÃO, Ricardo Vinícius Dias; PELEGRINI, Fabiana Gonçalves; JORDÃO, Anna Carolina Teddo; JEUNON, Ester Eliane. **Fatores críticos na gestão de projetos: um estudo de caso numa grande empresa latino-americana de classe mundial,** 2015.

JUNIOR, Matheus Miguel Vieira; **Interação Homem Computador: Análise da Interface e Usabilidade do Sicoobnet, o Internet Banking do Banco Cooperativo do Brasil S. A. Caratinga-MG,** 2017.

JUSTO, Andreia Silva. **Como fazer uma EAP para o seu projeto em 4 passos,** 2019. [www.euax.com.br](http://www.euax.com.br), Disponível em: <https://www.euax.com.br/2019/02/como-fazer-uma-eap/> Acesso em: 7 mai. 2021.

JUSTO, Andreia Silva. **A importância do planejamento estratégico na gestão de projetos,** 2017. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2017/10/a-importancia-do-planejamento-estrategico-na-gestao-de-projetos/> Acesso em: 4 abr. 2021.

JUSTO, Andreia Silva. **Entenda como fazer gerenciamento de recursos em 6 passos,** 2019. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2019/05/gerenciamento-de-recursos/> Acesso em: 9 jun. 2021.

JUSTO, Andreia Silva. **O que é um projeto? Entenda sua definição e utilidade,** 2018. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2018/08/o-que-e-um-projeto/> Acesso em: 4 abr. 2021.

JUSTO, Andreia Silva; **EAP (Estrutura Analítica do Projeto): o que é, como fazer e qual a diferença entre EAP e Cronograma;** Disponível em: <https://www.euax.com.br/2018/12/eap-estrutura-analitica-projeto/>, Acesso em: 18, mai. 2021.

KAMEIYA, Marcelo Yoshinori; ROMEIRO, Maria do Carmo; KNISS, Claudia Terezinha. **Boas práticas em GESTÃO DE PROJETOS: Um estudo na PREFEITURA DE PRAIA GRANDE,** 2016.

KINCHECKI Geovana Fritzen; ALVES, Rosangela. **Tipos de metodologias adotadas nas dissertações do programa de pós-graduação em administração universitária da universidade federal de santa catarina, no período de 2012 a 2014**. XV COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA – CIGU, 2015.

KORDIĆ, Gordana; HUSNJAK, Sinisa; GRGUREVIC, Ivan. **Analysis of the Application Lifecycle Management**, 2017.

KOURI, Márcia Gatti. **Definição de requisitos para um sistema de monitoramento de veículos no transporte rodoviário de cargas**. São Paulo, 2007.

KUHNEN, Ariane; FELIPPE, Maíra Longhinotti; LUFT, Caroline Di Bernardi e FARIA, Jeovane Gomes de. **A importância da organização dos ambientes para a saúde humana**. <https://doi.org/10.1590/S0102-71822010000300014>, 2010.

LACERDA, Daniel Pacheco; SILVA, Édison Renato Pereira da; NAVARRO, Leonardo Luiz Lima **Algumas caracterizações dos métodos científicos em engenharia de produção: uma análise de periódicos nacionais e internacionais**, 2007.

LAMPEÃO, Odibar João. **O ciclo de vida do desenvolvimento de Sistemas**, 2014.

LANA, Francielle Venturini Dalla; MORAES, Giancarlo Marques de. **A influência da comunicação no processo de desenvolvimento de software e sua implicação na satisfação do usuário**, 2009.

LANZ, Luciano Quinto; LANZ, Renata Tauil Martins. **Requisição de mudanças em projetos**, 2016.

LEHNHART, Eliete dos Reis; SILVA, Tiago Chiapinotto da; LOSEKANN, Vanderléia Leal. **Ciclo de vida dos sistemas: uma análise dos desafios da implementação de um sistema de informação em uma instituição de saúde pública**, 2017.

LEOPOLDINO, C. B.; BOREINSTEIN, D.; SANTOS, E. R. **Componentes de Risco em Projetos de Software**, 2004.

LIMA, Francisco de Paula Antunes. **ERGONOMIA E PROJETO ORGANIZACIONAL: a perspectiva do trabalho**, Departamento de Engenharia de Produção-UFMG, ABEPRO, Rio de Janeiro, 2000.

LIMA, Rodrigo Queiroz da Costa. **Um modelo para planejamento estratégico de pequenas empresas de tecnologia da informação**, 2003.

LIMA, S.L.S. **Ergonomia cognitiva e a interação pessoa-computador: análise da usabilidade**, 2002.

LINDEN, Júlio Carlos de Souza Van Der; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo; FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Análise macroergonômica de escritórios informatizados**, 2001.

LOPES, Eduardo da Silva. **Ergonomia organizacional e melhoria das condições de trabalho**, 2016. Disponível em: <http://www.mundohusgvarna.com.br/coluna/ergonomia-organizacional-na-melhoria-das-condicoes-de-trabalho/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

LOPES, H. et al. **Estratégias empresariais e competências-chave**. Lisboa: **Observatório do Emprego e Formação Profissional**, 2000.

LUCIANO, Edimara Mezzomo; TESTA, Mauricio Gregianin; ROHDE, Leonardo Rosa. **Gestão de serviços de tecnologia da informação: identificando a percepção de benefícios e dificuldades para a sua adoção** – XXXI Encontro ANPAD - RJ, 2007.

MAAS, Larissa; MALVESTITI, Rosane; MERINO, Eugenio Andrés Diaz e GONTIJO, Leila Amaral. **Norma Regulamentadora 17: considerações para sua revisão**. DOI. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/2316796309172020137>.

MACEDO, Gabriel M. **10 heurísticas de Nielsen para o design de interface**, 2017 Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/10-heur%C3%ADsticas-de-nielsen-para-o-design-de-interface-58d782821840>. Acesso em: 29 abr. 2021.

MACEDO, Mateus Henrique Basso; SALGADO, Eduardo Gomes. **Gerenciamento de risco aplicado ao desenvolvimento de software**. 2015.

MACHADO, Ana Cláudia Morrissy; DESIDERI, Piero Eugenio dos Santos. **A abordagem sociotécnica como uma forma alternativa de organizar o trabalho**. <https://periodicos.utfpr.edu.br> , 2006.

MACHADO, Lais; FERREIRA, Evelise Pereira; VERGARA, Lizandra Garcia Lupi; **Métodos de avaliação de usabilidade: características e aplicações**, 3º CONEPRO, 2014.

MACORATTI, José Carlos; **Definindo a arquitetura de um projeto de software**. Disponível em: <[http://www.macoratti.net/12/11/net\\_arq1.htm](http://www.macoratti.net/12/11/net_arq1.htm)>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MACORATTI, José. **O ciclo de vida do desenvolvimento de Software**, 2021. [www.macoratti.net](http://www.macoratti.net) Disponível em: [http://www.macoratti.net/17/09/net\\_slcd1.htm](http://www.macoratti.net/17/09/net_slcd1.htm). Acesso em: 7 mai. 2021.

MADUREIRA, Omar Moore de. **A viabilidade de projetos em dez lições**. Escola Politécnica (Epusp), 2014.

MAI, Nilma Cristina; VALENTINA, Luiz Veriano Oliveira Dalla; BATIZ, Eduardo Concepción; HURTADO, AnaLúcia Berretta. **Análise da gestão de processos comfoco nos princípios da qualidade emuma indústria de vidros**, 2016.

MAIA, Maria Aniolly Queiroz; BARBOSA, Ricardo Rodrigues; WILLIAMS, Peter. **Usabilidade e experiência do usuário de sistemas de informação: em busca de limites e relações**, 2019.

MAIA, Rafael Porto. **A importância de um escopo bem definido no gerenciamento do projeto**, 2017.

MAJDENBAUM, Azriel. **Uma Análise Crítica dos Desafios para Engenharia de Requisitos em Manutenção de Software**, 2004.

MANZANO, Augusto. **A engenharia de software, a qualidade final do software e o papel do profissional de desenvolvimento** - Revista PROGRAMAR – SET, 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica** EDITORA ATLAS S.A. 5ª Edição, 2003.

MARLEI, Pozzebon; FREITAS, Henrique M. R. de. **Pela aplicabilidade: com um maior rigor científico - dos estudos de caso em sistemas de informação**, 1998.

MARQUES, Amanda; TAVARES, Estelina; SOUZA, Jannerpaula. **A ergonomia como um fator determinante no bom andamento da produção: um estudo de caso**, 2010.

MARQUES, José Roberto. **Ergonomia organizacional: uma forma de ajudar a gestão de sua empresa, 2019** Disponível em: <<https://www.ibccoaching.com.br/portal/ergonomia-organizacional-uma-forma-de-ajudar-gestao-de-sua-empresa/>> Instituto Brasileiro de Coaching – IBC. Acesso em: 17 mai. 2021.

MARQUES, José Roberto. **O que é ergonomia cognitiva?** Instituto Brasileiro de Coaching, 2019.

MARTINS, Carlos Eduardo; **Gerência de Projetos - Teoria e Prática: Gerenciamento de Escopo, Tempo e Custos do Projeto**. ENAP, 2014.

MARTINS, Edgard Thomas; **Aula Banco de Dados I – Construção de um Projeto**, Faculdade Guararapes, 2007.

MARTINS, Edgard Thomas; **Material de Aula PMI**, 2017.

MARTINS, Edgard Thomas; **Material de Aula Ergonomia Cognitiva PPERGO**. UFPE, 2019.

MARTINS, Ernane Rosa. **Gestão e organização da informação e do conhecimento**, 2020.

MATIAS, Márcio; HEEMANN, Vivian; SANTOS, Neri dos; **Aspectos cognitivos da interação humano-computador**, 2001.

MEDEIROS, Aline Alves de. **O processo de definição do escopo do projeto segundo o PMBK**. Revista de Ciências Gerenciais, 2011.

MEI, Paulo. **PMCDF – Modelo de competências do gerente de projetos**. Saletto Engenharia de Serviços, 2018.

MENDES, Leonardo Manoel; COSTA, Rogério Homem da; LORENZO, Reinaldo O **gerenciamento de requisitos e a sua importância em projetos de desenvolvimento de software**, 2015.

MENDES, Tassia Zanutto; MACHADO, Ricardo Luiz. Análise Ergonômica do Trabalho: **A Ergonomia Auxiliando na Melhoria Contínua do Trabalho do Homem. Estudo Ergonômico Sobre um Posto de Trabalho de uma Indústria do Ramo Moveleiro**. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2016.

MISHRA, Sidharth Prasad; SARKAR, Uttam; TARAPHDER, Subhash; DATTA, Sanjay; SWAIN, Devi Prasanna; SAIKHOM, Reshma; PANDA, Sasmita; LAISHRA, Menalsh. **Multivariate Statistical Data Analysis- Principal Component Analysis (PCA)**. International Journal of Livestock Research, 2017.

MONTEIRO, Ana Alice do N. S.; VASCONCELOS, Alexandre. **BMW – A Systematic Process for Business Modelling Activity**, 2016

MONTEIRO, Ana Alice do Nascimento Spreafico. **Modelagem de Negócio na Prática: Um Método para Suportar a Compreensão e Comunicação das Necessidades de Negócios**. UFPE, 2003.

MONTES, Eduardo, PMP. **Especificação do escopo do projeto**, 2020. [www.escritoriodeprojetos.com.br](http://www.escritoriodeprojetos.com.br) Disponível em: <https://escritoriodeprojetos.com.br/declaracao-do-escopo-do-projeto> Acesso em: 14 jun.2021.

MONTES, Eduardo. **Gerenciamento dos recursos: o que é, objetivo e processos**, 2020. Disponível em: <https://escritoriodeprojetos.com.br/gerenciamento-dos-recursos-do-projeto>. Acesso em: 13 mai. 2021.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2003.

MORAES, Emerson Augusto Priamo. **Guia PMBOK para gerenciamento de projetos**. UFF VII Congresso nacional de Excelência em gestão, 2012.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**, UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA – UCB, 2003.

MOTTA, Rafael Woberto. **Elicitação de Requisitos Auxiliada por Ontologias de Domínio**. Universidade Católica de Brasília, 2016.

MOURA JÚNIOR, Pedro Jácome de. **Terceirização como estratégia de gestão do conhecimento**. UFPB, 2017.

MOURA, Henrique Martim de; ALVES, Vitor Abel Monteiro; FRANZ, Luís Antônio dos Santos; Coutinho, Juliana Gularte. **Comitê de ergonomia: caminhos para inserção da ergonomia em uma indústria de alimentos**. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/343322102>.

MUKHERJEE, Momin. **Feasibility Studies and Important Aspect of Project Management**. International Journal of Advanced Engineering and Management - April 2017.

NASCIMENTO, José Antônio de. **Usabilidade no contexto de gestores, desenvolvedores e usuários do website da biblioteca Central da Universidade de Brasília**, 2009.

NBR 9241-11. **Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade** ABNT, 08/2002.

NETO, Durvalino Batista Godoi; SIQUEIRA, Samuel Fernandes Pires; SOUZA, Alan Pinheiro de; RIBEIRO, Rodrigo de Carvalho. **A importância do ciclo de vida no desenvolvimento de Software**, Rev. Conexão Eletrônica – Três Lagoas, MS, 2017.

NHIMI, Filipe Tório Lopes Ruas. **Princípios e Práticas em Arquitetura de Software**, 2016.

NIELSEN, J. Heuristic Evaluation. Em J. Nielsen (ed.) Usability Inspection Methods, John Wiley, New York, 1994.

NIELSEN, Jakob. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**, 1994 - Nielsen Norman Group logoNielsen Norman Group, Updated nov. 15, 2020

NIELSEN, Jakob; **Usability Engineering**, Academic Press, Inc., 1993

NOGUEIRA, Marcelo; ABE, Jair Minoro. **Paradigmas da engenharia de software como fatores críticos de sucesso para a gestão de projetos de software no contexto brasileiro**, XVII SIMPEP, 2010.

NOGUEIRA, Marcelo; **Engenharia de requisitos e a ergonomia cognitiva como fatores críticos de sucesso na produção de software**, UNIP - Universidade Paulista, nov., 2003.

NOGUEIRA, Marcelo; MACHADO, Ricardo J. **Processos de qualidade de software como fatores críticos de sucesso para o ensino da engenharia de software**. COBENGE, 2013.

NOLETO, Cairo. **ALM: o que é e como funciona?** 2020. Disponível em: <<https://blog.betrybe.com/tecnologia/o-que-e-alm/>> Acesso em: 8 jun. 2021.

NORO, Greice de Bem. **A gestão de stakeholders em gestão de projetos** - Revista de Gestão e Projetos – GeP, 2012.

O'BRIEN, J. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

OCHNER, Juliana. **Gerência de Projetos: Uma Comparação Entre o Pmbok e Xpm**. Lavras Minas Gerais, 2006.

O'KEEFFE, Juan. **Os soft skills do gerente de projeto**, 2021. Disponível em: <https://escritoriodeprojetos.com.br/os-soft-skills-do-gerente-de-projeto>, Acesso em: 28 mai. 2021.

OLIVEIRA, Ana Flávia. **4 Dicas Para Implementar o Comitê de Ergonomia na Empresa**. 2017. Disponível em: <https://beecorp.com.br/blog/dicas-para-implementar-o-comite-de-ergonomia/> Acesso em: 1 jun. 2021.

OLIVEIRA, Bruno Carazato de. **Gaia Protótipo: Um Modelo De Prototipação Para Processos De Desenvolvimento De Software**, 2017.

OLIVEIRA, Celismar. **O Que É Viabilidade?** outubro, 2020. Disponível em: <https://projetoseti.com.br/tag/o-que-e-viabilidade/>. Acesso em: 15 mai. 2021.

OLIVEIRA, Felipe Francisco Ramos de; FERREIRA, Marlon Marques; FURST, Alexandre; **Estudo da Usabilidade nas Interfaces Homem Máquina**, 2013.

OLIVEIRA, Francisco Carlos de Mattos Brito; OLIVEIRA, Fernando Antônio de Mattos Brito; **Interação Humano Computador**, 2015.

OLIVEIRA, Luiz Eduardo Santos de; SILVA, Simone de Cassia. **Uma análise sobre o papel da ergonomia na concepção de software** - XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Belo Horizonte, MG, 2011.

OLIVEIRA, Marcos A. B. de; VIEIRA, Sérgio R. C.; SANTOS, Davi Viana dos; Marczak, Sabrina; CONTE, Tayana. **Elicitação de Requisitos a partir de Modelos de Processos de Negócio e Modelos Organizacionais: Uma pesquisa para definição de técnicas baseadas em heurísticas**. 2013.

OLIVEIRA, Rodrigo Cesar Reis de; VALENÇA, Antonio Karlos; ALBUQUERQUE JUNIOR, Antonio Eduardo de; **Treinamento e Participação dos Usuários no Desenvolvimento de Sistemas: Desafios para a Adoção de Tecnologia da Informação**, 2017.

OLLÄY, Cláudia; KANAZAWA Flávio. **Ergonomia cognitiva: confiabilidade humana e comportamentos seguros. Reflexão sobre o Programa de Capacitação em Ergonomia Cognitiva com foco na Confiabilidade Humana**, 17 fevereiro 2020. Disponível em: <https://www.segurancacomportamental.com/revistas/item/773-ergonomia-cognitiva-confiabilidade-humana-e-comportamentos-seguros-reflexao-sobre-o-programa-de-capacitacao-em-ergonomia-cognitiva-com-foco-na-confiabilidade-humana>. Acesso em: 30 mai. 2021.

OLLÄY, Cláudia; KANAZAWA, Flávio. **ERGONOMIA COGNITIVA: CONFIABILIDADE HUMANA E COMPORTAMENTOS SEGUROS. Reflexão sobre o Programa de Capacitação em Ergonomia Cognitiva com foco na Confiabilidade Humana**, 2020.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.; TUCCI, C.L. **Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept**. Communications of the Association for Information Systems, v.16, p. 1-25, 2005.

OTIBINE, Tobias; KILWAKE, Humphrey Juma; MBUGUAH, Samuel; TSINALE, Harriet Loice. **Application Lifecycle Management Activities For Quality Assurance In Software Development**, 2017.

PAIVA, Aneilton Barbosa de. **Dificuldades na Implantação de Programa de Qualidade Total em Empresa Pública: O Caso da Caixa Econômica Federal** Dissertação - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2004.

PARREIRA JÚNIOR, Walteno Martins. **Engenharia de Software** – UEMG, 2013

PEDROSA, Nadia; FEITOSA, Deivison; MARTENS, Cristina Dai Prá; SILVA, Luciano Ferreira da. **Relevância dos soft skills em gerenciamento de projetos globais**. Revista Gestão & Tecnologia, 2018.

PEDROSO, Maria de Lourdes. **O papel da cultura organizacional para o planejamento estratégico** (entre os anos de 1993 e 2003), 2016.

PELISSOLI, Claudia Simone Cordeiro; SILVA de BONA, Aline. **Metodologia de ensino e aprendizagem sobre relacionamento interpessoal no ambiente de trabalho**, 2017.

PENHAKI, Juliana de Rezende. **Soft Skills na Indústria 4.0**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

PEREIRA NETO, Francisco Gonçalves; Minimundo; Disponível em: <<http://e-reality-database.blogspot.com/2007/09/mini-mundo.html>>. Acesso em: 24 mai. 2021.

PEREIRA, Mauricio Fernandes; KICH, Juliane Ines Di Francesco. **A relação entre a cultura organizacional e o processo de planejamento estratégico: um estudo de caso em uma empresa norte-americana** - Revista Ibero-Americana de Estratégia – RIAE, 2009.

PEREIRA, Tábata Fernandes; MONTEVECHI, José Arnaldo B. **Aplicação da EAP nas etapas de um projeto de simulação a eventos discretos em uma fábrica de laticínios**, 2015.

PESSA, Sergio Luiz Ribas. **Avaliação de aspectos ergonômicos no processo de engenharia de requisitos: uma revisão bibliográfica**, 2015.

PICOLI, Cristian. **Arquitetura de software: Saiba o que é e qual a sua importância**. Disponível em: <<https://atmdigital.com.br/saiba-o-que-e-arquitetura-de-software-e-qual-a-sua-importancia/>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

PICOLI, Cristian; **Arquitetura de software: Saiba o que é e qual a sua importância**. Disponível em: <<https://atmdigital.com.br/saiba-o-que-e-arquitetura-de-software-e-qual-a-sua-importancia/>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

PINHEIRO, José Maurício dos Santos; CARVALHO, Edson de Paula; PRADO, Pedro Paulo Leite do. **Gestão da disponibilidade de rede sob o ponto de vista do cliente**, 2010.

- PINHEIRO, Mônica. **Ergonomia Organizacional** Disponível em <https://docplayer.com.br/21512973-Monica-pinheiro-medica-do-trabalho-ergonomista-bacharel-em-direito.html> Acesso em: 12 abr. 2021.
- PINHO, Carlos José da Cruz. **Interação Homem-Computador Através de Interfaces Conversacionais: O caso de estudo do sistema NAVMETRO**. Mestrado em Multimídia da Universidade do Porto, 2016.
- PINTO, A. **Relatório principal do estudo de benchmarking: gerenciamento de projetos Brasil**, 2009.
- PIRES, José Calixto de Souza; MACÊDO, Kátia Barbosa. **Cultura organizacional em organizações públicas no Brasil**, 2006.
- PIRZADEH, Laleh. **Human factors in software development: a systematic literature review** – CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 2010.
- PMBOK, 5ª Edição. **UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS (GUIA PMBOK®)** — Quinta Edição, 2013.
- PORTILLO, Cesar A. **Gerenciamento eficaz do escopo do projeto**. Livraria virtual do PMI, 2010. Disponível em [https://brasil.pmi.org/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/\\_media/C0A2F2C90BC642368425263603EE4F17.ashx](https://brasil.pmi.org/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/_media/C0A2F2C90BC642368425263603EE4F17.ashx). Acesso em: 14 out. 2017.
- PRANDINI, Marcos Benedicto. **Uma abordagem sobre usabilidade e experiência do usuário em plataforma digitais: o currículo Lattes como objeto de análise**. Florianópolis, 2020.
- PRATES, Raquel Oliveira. **Introdução à Interação Humano-Computador: Métodos de Inspeção de Avaliação de Usabilidade**, Aula7 - UFMG, 2009.
- PRESSMAN, Roger. **Engenharia de Software**, 8ª Edição. Mc Graw Hill Education, 2016.
- QUEIMADO, Diogo; SANTOS, Jaime; OLIVEIRA, Margarida; SANTOS, Eulália. **Importância da cultura organizacional na satisfação no trabalho**, 2020.
- QUEIROZ, Raimundo do Sacramento; MEJIA, Dayana Priscila Maia. **A importância do uso da Ergonomia como ferramenta para o aumento da produtividade e qualidade nas empresas**, 2015.
- QUINGERSKI, Leandro. **Estudo de como o desenvolvimento ágil com design centrado no usuário pode promover melhoria na qualidade de entregáveis ao cliente**, 2012.
- RAMOS, Flávio; SOUZA, Sabrina Oliveira de; WEHRLE, Alex Fabiano. **Cultura Organizacional: Um Estudo de Caso a partir da Perspectiva dos Gestores da Empresa EQS Engenharia**. Revista Administração em Diálogo, 2016.

REINERT, Lucas; Thiago, Igor; Mendonça, Marques. **Modelo para Levantamento de Requisitos Distribuído: Estudo de caso IFSC**. Federal Institute of Santa Catarina, 2013.

REIS NETO, Nestor M. - **Fatores críticos de sucesso na implantação de uma central de serviços de TI nas instituições federais de ensino superior**, 2017.

REIS, Alessandro Vieira; GONÇALVES, Berenice; MATOS, Marília; **Testes de Usabilidade: Fundamentos e Definições**. 2014.

REIS, Diane; FLEURY, Andre Leme; CARVALHO, Marly Monteiro de. **Sucesso no gerenciamento de projetos e projetos conforme a visão de diferentes stakeholders: uma pesquisa ação sobre o novo sistema de gerenciamento de relacionamento com o cliente**, 2015.

REVA, Urmila Itam; REVA, Nitu Ghosh. **Employee experience management: a new paradigm shift in HR thinking**. International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals, 2020.

REZENDE, Denis Alcides. **A evolução da tecnologia da informação nos últimos 45 Anos**, 2015.

RIBEIRO, Érick Aragão. **Uma contribuição ao desenvolvimento e avaliação da qualidade de sistemas de supervisão industrial à luz das normas ISO/IEC 9126 E 14598**, 2013.

RIBEIRO, Vitor Bastos; CORDEIRO, Renata Gomes; MUSSA, Munir de Sá; VASCONCELOS, Aline Pires Vieira de; HORA, Henrique Rego Monteiro da. **UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE FATORES HUMANOS E ORGANIZACIONAIS DE MAIOR INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**, 8º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2017.

RICART, Simone Lopes Santa Isabel. **Avaliação e controle de ações ergonômicas no serviço Público federal: o caso da FIOCRUZ – RJ**. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

RIO, R.P ; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. Belo Horizonte: Editora Health, 1999.

ROBBINS, Steffen; COULTER, Mary. **Administração**. Editora Prentice – Hall do Brasil LTDA. 5 ed. Rio de Janeiro, 1998.

ROCHA, Heloisa Vieira da; BARANAUSKAS, Maria Cecília C. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2003.

ROCHA, Raoni; LIMA, Francisco. **Erros humanos em situações de urgência: análise cognitiva do comportamento dos pilotos na catástrofe do voo Air France 447**, 2018.

RODRIGUES, Ariadnes Nunes Dantas. **Comunicação em projetos de desenvolvimento distribuído de software: uma revisão sistemática da literatura**, 2014.

RODRIGUES, Eli. **Como fazer uma estrutura analítica de projeto**. Disponível em: <<https://www.elirodrigues.com/como-fazer-uma-eap-wbs/>> Acesso em: 19 mai. 2021.

ROMANO, Carlos Alberto. **Ergonomia Uma Visão Holística**, 2017. Disponível em: <http://www.1item.com.br/ergonomia-uma-visao-holistica/> Acesso em: 5 mai. 2021.

ROSSI, Daniela Utzig; SCHMENK, Aliadny Vanessa; MOREIRA, Ediane Caldeira; ARIAS, Julio Cezar. **Desafios para implantar um programa de qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso em uma indústria química de pequeno porte**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

ROVINA, Jackson. **Qual o papel do Planejamento Estratégico na Gestão de Projetos?** 2017. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2017/06/qual-o-papel-do-planejamento-estretgico-em-gestao-de-projetos/>. Acesso em: 4 abr. 2021.

RUSSO, Rosaria Fátima Segger Macri. **Liderança e influência nas fases da gestão de projetos**, 2008.

SÁ, Marilene de Castilho; PEPE, Vera Lúcia Edais. **Planejamento estratégico**, SCIELO Books, 2000.

Sabadin, Neli Miglioli; **Interação Humano-Computador**, UNIASSELVI, 2016.

SAKAMOTO, Fernando Seidi. **Análise ergonômica dentro de um setor de tecnologia de informação**, 2014.

SALIBA Júnior, Edwar; **Interface Homem-máquina Unidade 05 – Design para Desktop e para WWW**, 2018.

SALLES, Tacilia Peixoto. **Melhorias no processo de comunicação e gerenciamento de requisitos alinhado ao babok – um estudo de caso**, 2011.

SALOVAARA, Antti Virpi; TUUNAINEN, Kristiina. **Software developers' online chat as an intra-firm mechanism for sharing ephemeral knowledge**. 2013.

SALUM, Fabian; LOPES, Humberto Elias Garcia; COLETA, Karina Garcia. **Modelos de negócios: a conexão entre estratégia, inovação e Sustentabilidade**, 2019.

SANDHOF, Karen; FILGUEIRAS Lucia Vilela Leite. **Defeitos de Software como Erros Humanos**, 2006.

SANTOS JÚNIOR, Daniel. **Implementação de processo de software para testes de equipamentos aeroespaciais**, 2007.

SANTOS, Filipe Pessoa dos; PASSOS, Maria Eliza Assis dos. **As relações interpessoais e a satisfação no trabalho em serviços gastronômicos**, 2020.

SANTOS, Leonardo Sanches dos. **Melhoria da comunicação em processos ágeis no desenvolvimento distribuído de software**, 2016.

SANTOS, Marcos dos; FERNANDES, Alex Cardoso; LIMA, Angélica Rodrigues de. **Avaliação ergonômica de estações de trabalho informatizadas**. X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (SIMPROD), 2018.

SARDINHA, Ana Paula; OLIVEIRA, Rosinele da Silva. **Habilidades sociais e habilidades de liderança: reflexões sobre os cursos tecnológicos superiores provados na amazônia**, 2018.

SARTORI, Junior. **Metodologias de desenvolvimento de software: Uma breve visão**, 27 de março de 2019. Disponível em: <https://ezdevs.com.br/como-escolher-as-metodologias-de-desenvolvimento-de-software/> Acesso em: 24 mai.2021.

SARTORI, Junior. **Metodologias de desenvolvimento de software: uma breve visão**. Disponível em: <<https://ezdevs.com.br/como-escolher-as-metodologias-de-desenvolvimento-de-software/>> Acesso em: 20 mai. 2021.

SARTORI, Junior; **Metodologias de desenvolvimento de software: Uma breve visão**. Disponível em: <<https://ezdevs.com.br/como-escolher-as-metodologias-de-desenvolvimento-de-software/>> Acesso em: 20 mai. 2021.

SCHEIN, Edgar H. **Organizational Culture and Leadership**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1985.

SCHIAVENIN, Diego. **Planejamento Estratégico x Modelo de negócio**, 2018.

SCHLOTEFELDT, Alceri. **Sistemas de informação: papel e aplicações no segmento industrial**, 2012.

SCHNEIDER, Aline Lessa da Silva. **A Importância do Gerenciamento de Risco em Projetos**, 2014.

SCHNEIDER, Henrique Nou; **Ergonomia das Interfaces Humano-Computador como Princípio de Qualidade em EaD**, EdUECE, 2014.

SCHUYLER, J. **Risk and decision analysis in projects**, 2 ed., Newtown Square, USA, 2001.

SEBRAE. **O que são estratégias empresariais**, 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sao-estrategias-empresariais,e4df6d461ed47510VgnVCM1000004c00210aRCRD> Acesso em: 2 jun. 2021.

SGOBBI, Thálita; ZANQUIM, Stivi Heverton. **Soft Skills: Habilidades e competências profissionais requisitadas pelo mercado empreendedor**, 2020.

SILVA JÚNIOR, Antonio de Souza. **A Gestão de Cronograma em Empresas de Engenharia Civil: Um Estudo sobre os Fatores Determinantes**. Revista de Gestão e Projetos, 2015.

SILVA, Andreia de Oliveira. **A ergonomia no ambiente de trabalho: um estudo de caso**, 2005.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 4a edição Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005.

SILVA, Edson Coutinho da. **Habilidades humanas de um gerente de projetos: determinantes para a gestão de um projeto**, 2014.

SILVA, Gilson Gomes da; NOBRE, Anna Cláudia dos Santos; SOUSA NETO, Manoel Veras de. **Gerenciamento de riscos em projetos estratégicos: uma revisão da literatura brasileira**. VII SINGEP, 2018.

SILVA, João Gilberto Corrêa da. **CIÊNCIA E MÉTODO CIENTÍFICO**, Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Física e Matemática, 2014.

SILVA, Jobson Luiz Massollar da. **Modelagem do processo de desenvolvimento de software**. UFRJ, 1993.

SILVA, José Oliveira da. **Formação da equipe aplicada ao desenvolvimento de produtos: proposta de uma sistemática baseada nas atividades do projeto alinhadas ao perfil do indivíduo, necessário para desempenhar as atividades**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – Tese de Doutorado. Florianópolis, 2007.

SILVA, Rodrigo Cezario da. **Introdução a Engenharia de Requisitos**. Faculdade Avantis, 2011.

SOARES, Lucimara Oliveira Corrêa. **A importância da comunicação no desenvolvimento de software em pequenas e médias empresas**, 2017.

SOARES, Marcelo M.; SILVA, Germannya D’Garcia de Araújo; RAMOS, Débora T. F.; CABRAL, Glenda G.; Cruz, Juliana Leal da. **Os primeiros passos de um programa de ergonomia na empresa: duas experiências distintas**. ERGOLAB – CAC – UFPE - Revista Gestão Industrial, 2007.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. Pearson Education, Inc., sob o selo Prentice Hall, 2011.

SOTELLO JÚNIOR, Paulo. **Gerenciamento de requisitos**. IETEC - Instituto de Educação Tecnológica Disponível em: [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/230](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/230) Acesso em: 20 mai. 2021.

SOUSA, Juliana Carvalho de; PINTO, Francisco Roberto; SILVA, Rafaela Gomes da. **Análise ergonômica em empresas da área de Tecnologia da informação – ADM**, 2016.

SOUZA, Alais Ferreira; ASSUNÇÃO, Eliete Auxiliadora Ourives. **Ergonomia Organizacional para a identificação do estado da Casa de Massas do Rio Saltinho: por uma abordagem sistêmica**, 2017.

SOUZA, Juliana de; SAMPAIO, Cláudio Pereira de. **A macroergonomia na melhoria das condições de trabalho com ênfase nos aspectos de liderança: Estudo de caso com AMT em um restaurante** - Projética Revista Científica de Design I Londrina, 2012.

SOUZA, Leonardo Pereira Pinheiro de; VALENTIM, Marta Lúcia Pomim; ÁVILA, Daniel Martínez. **Aspectos cognitivos e sociais do comportamento informacional dos desenvolvedores de software: uma análise da produção científica**. Universidade Estadual Paulista, 2018.

SOUZA, Renato José de. **Ergonomia no projeto do trabalho em organizações: o enfoque macro ergonômico**. Santa Catarina, mar. 1994.

SOUZA, Rodrigo Cirino de. **A ergonomia e a engenharia psicológica**, 2016.

SWEBOK. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. Version 3.0 IEEE Computer Society Staff for This Publication, 2014.

TAIT, Tania Fatima Calvi; DELARIZZA, João Carlos; **Aplicação das normas ISO no desenvolvimento de Software: o caso de uma empresa de Componentes eletrônicos**, 1998.

TAVARES, Cláudia Régia Gomes; **A ergonomia e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem: Uma análise das salas de aula do CEFET/RN**, 2000.

TAVEIRA FILHO, Alvaro Divino. **Ergonomia participativa: uma abordagem efetiva em macroergonomia**, 1993.

TECHWARE. **Usabilidade: a qualidade de uso de um software**, 2016. Disponível em: <https://www.techware.com.br/2016/07/usabilidade-qualidade-uso-software/> Acesso em: 10 mai. 2021.

TEODORO, Allexandre Nishioka; PRZEYBILOVICZ, Érico; TEODORO, Allexandre Nishioka. **Governança de tecnologia da informação: uma investigação sobre a representação do conceito**, 2014.

TERRIBILI FILHO, Armando; RAPHAEL, Hélio Sônia. **Relações entre a certificação internacional pmp® de gerência de projetos e uma sala de aula**, 2006.

TIMOSSI, Luciana da Silva; Francisco, ANTONIO Carlos de; MICHALOSKI, Ariel Orlei. **As dificuldades e os fatores culturais no processo de implementação de um programa ergonômico e ginástica laboral em um órgão público federal: um estudo e caso**. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2006.

TRAN, Nhan. **Business Requirements VS Stakeholder Requirements**, 2019. Disponível em: <https://medium.com/@nhan.tran/business-requirements-vs-stakeholder-requirements-8a5127c4fb12>. Acesso em: 19 mai 2021.

VALENTINI, Ana Maria Roux. **Método do Estudo de Caso (Case Studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)? Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração**, 2008.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos**. 2009.

VASCONCELOS, Alexandre Marcos Lins de. **Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o Impacto dos Fatores Humanos em Projetos Ágeis**. October 2014.

VICENTE, Julio Cesar; COSTA, Danilo de Melo; GOTO, Melissa Midori Martinho. **Gerenciamento dos serviços de ti: Um estudo de caso da metodologia itil na empresa AeC**. Researchgate, 2018.

VIDAL, Mario Cesar. **INTRODUÇÃO À ERGONOMIA**, 2002.

VIDOLIN, Ana. **Gestão pela Qualidade - Volume 3. Federal University of Technology - Paraná/Brazil (UTFPR)**, 2018.

VIEIRA, Rodrigo Alves; **Definição do Minimundo: Gerenciamento de Dados e Informação 2015.2**, Centro de Informática - CIn/UFPE, 2015.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Engenharia de Software - Conceitos e Práticas** - Elsevier Editora, 2013.

WILBERT, Alison; CRUZ, Helio Alves da. **Cultura e clima organizacional: uma análise na empresa Novo Trigo de Balneário Camboriú/SC**, 2014.

WOJCIKIEWICZ, Felipe Adriano. **ERGONOMIA PARTICIPATIVA: uma análise acroergonômica para o desenvolvimento da arquitetura organizacional de laboratórios de ensino**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC - FLORIANÓPOLIS, 2018.

XAVIER, Joicymara S. **Engenharia de Confiabilidade de Software: Um Mapeamento Sistemático**, 2015.

YIN, Robert K. **ESTUDO DE CASO Planejamento e Métodos**, 2ª Edição. ARTMED EDITORA S.A., 2001.

ZOWGHI, Didar. **Requirements Elicitation: A Survey of Technique, Approaches and Tools**. University of Technology Sydney. January, 2005.

ZWIKAEEL, Ofer; SMYRK, J. R. **Project Management, Executing a Project**, Springer Nature Switzerland, 2019.

## APÊNDICE A – CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS

No quadro a seguir apresentamos o catálogo de ações e procedimentos operacionais, com as respectivas ações ergonômicas associadas:

Quadro 20 - Catálogo de procedimentos operacionais e ações ergonômicas

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Elaboração do projeto conceitual	Revisar os métodos de trabalho;
Definição dos metadados	Revisar os métodos de trabalho;
Definição dos stakeholders	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Elaboração do projeto detalhado	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Modelagem do minimundo	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Uso da abstração;
Organização de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Preceitos de segurança	Atualização da cultura da organização
Definição dos tipos de entradas e saídas	Revisar os métodos de trabalho;
Realização do planejamento estratégico	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional
Discussão de conceitos e aprovação do projeto detalhado	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva;
Formação do comitê consultivo e deliberativo do projeto	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional
Cronograma de execução e implantação	Revisar os métodos de trabalho;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
	Atividades de gestão;
Definição de Equipe	Revisar os métodos de trabalho; Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Responsabilidades	Relações entre cargos e funções;
Entendimento do ciclo de vida do software	Revisar os métodos de trabalho;
Obtenção de apoio técnico e operacional	Documentação efetiva; Gestão de recursos humanos;
Definição de espaço físico	Ergonomia física; Documentação efetiva;
Otimização do fator comunicação	Atualização da cultura da organização Treinamentos em comunicação eficaz e trabalho em grupo;
Definição do escopo de um sistema: resultados	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Coleta de proposições de apoio operacional	Revisar os métodos de trabalho;
Aquisição de equipamentos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observação dos recursos para o projeto	Atividades de gestão;
Definição dos treinamentos necessários	Gestão de recursos humanos;
Realização de obra civil física quando necessário	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Entendimento e acompanhamento dos processos de execução	Revisar os métodos de trabalho;
Levantamento das expectativas da organização	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Certificação das necessidades	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de dados	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
	Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de limites	Revisar os métodos de trabalho;
Definição de temporizações	Revisar os métodos de trabalho;
Constatação das necessidades	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de projeto lógico e criação de arquivos de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Entendimento do processo de modelagem do negócio	Revisar os métodos de trabalho;
Revisão e ajuste da declaração do escopo	Revisar os métodos de trabalho; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Apresentação ao comitê, o gerenciamento do escopo	Revisar os métodos de trabalho;
Consideração da mudança no escopo revisão com o comitê de projeto	Revisar os métodos de trabalho;
Implantação de novos equipamentos	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Definição de hierarquia de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Definição de segurança de dados	Revisar os métodos de trabalho;
Obtenção de metadados	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Levantamento de requisitos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
	Trabalho colaborativo;
Permitir a obtenção de requisitos precisos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição dos requisitos funcionais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição dos requisitos do não funcionais;	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Observação das heurísticas de Nielsen para compor os requisitos	Contratar consultoria especializada para realização de um diagnóstico ergonômico;
Conferir potência e capacidades de software	Revisar os métodos de trabalho;
Implantação dos critérios de qualidade a serem observados	Contratar consultoria especializada para realização de um programa da qualidade específico;
Gerenciamento dos requisitos	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Efetivar ações de gestão dos requisitos especificados	Revisar os métodos de trabalho; Otimizar aspectos de gestão;
Validar os requisitos com os stakeholders	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Análise de viabilidade	Revisar os métodos de trabalho; Atividades de gestão;
Confirmação da validade com o comitê de projeto do processo de análise	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Rever a viabilidade do projeto;	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Confirmar continuamente os resultados previstos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Análise de riscos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Avaliação dos riscos envolvidos no desenvolvimento,	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Implementar o gerenciamento de riscos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Definição de ambiente físico	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de ambiente técnico	Métodos de trabalho;
Definição de interfaces com usuário	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de recursos técnicos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de arquitetura	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Interface Homem Computador - IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Definição de Modelos	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Considerar a importância da definição da arquitetura	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição dos recursos da IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar a importância da IHC	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Características a considerar para uma boa usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar a participação do usuário	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Realização de avaliação e testes de usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Definição de testes por etapas	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Revisar os métodos de trabalho;
Entendimento das normas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Considerar os testes de Funcionalidade	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Considerar os testes de Confiabilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Usabilidade	Contratar consultoria especializada para treinamentos em ergonomia de software e realização de um diagnóstico ergonômico;
Considerar os testes de Eficiência	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Manutenibilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Portabilidade	Contratar consultoria especializada;
Considerar os testes de Interface com Usuário	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento; Trabalho colaborativo;
Implantar os componentes da Infra de TI	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar a infraestrutura de Hardware	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Adequar a infraestrutura de Software	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Observação da questão dos dados institucionais	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Realizar a gestão de redes	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Gestão do Datacenter	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Controlar, auditar acompanhar a infra adequada	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Implantar uma Governança de ti	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

<b>CATÁLOGO DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E AÇÕES ERGONÔMICAS</b>	
<b>AÇÃO OPERACIONAL PREVISTA</b>	<b>AÇÕES ERGONÔMICAS A REALIZAR</b>
Adequar o ambiente físico	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Adequar os Ambientes de TI	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Estabelecer critérios de gestão de infra e TI	Contratar consultoria especializada;
Avaliar e mitigar os riscos em infra de ti	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Observar uso de Normas	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Verificar a necessidade de adotar o CobiT, boas práticas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Meio físico e acessibilidade	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização;
Definição de treinamento	Definir prioridades quanto ao atendimento do projeto e missão da organização; Orientar quanto as vantagens e envolver os usuários nos processos para aplicação de seu conhecimento;
Definição de manuais	Processos de documentação; Ergonomia informacional;
Promover análise permanente da cultura da organização	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Promover ações de treinamento e de comunicação	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Estabelecer cronograma de implantação de preceitos ergonômicos	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;
Obter aval do comitê de projeto e promover ajustes de custos, benefícios e cronogramas	Avaliar e revisar os aspectos da cultura organizacional;

Fonte: o autor (2021)

## **APÊNDICE B – DIRETRIZES RECOMENDADAS NO DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM BASE EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

### **DIRETRIZ 1**

#### **Princípios básicos para tornar o desenvolvimento ágil:**

- satisfazer o cliente através da entrega nos prazos de software com qualidade;
- promover o trabalho dos stakeholders e desenvolvedores em conjunto durante todo o curso do projeto;
- construir projetos ao redor de indivíduos motivados, dando a eles o ambiente e suporte necessário, e confiar que farão seu trabalho;
- promover reuniões frequentes e motivadoras;

### **DIRETRIZ 2**

#### **Recomendações iniciais:**

- promover atenção à excelência técnica e bom design;
- conquistar arquiteturas, requisitos e designs com equipes cooperativas e autônomas;
- promover trabalhos em grupo para avaliações dos serviços e do relacionamento entre as equipes.

### **DIRETRIZ 3**

#### **O planejamento estratégico tem propósito de:**

- orientar as organizações nas tomadas de decisões e na distribuição dos recursos;
- encontrar os caminhos mais adequados para atingir os objetivos;

- facilitar o engajamento das equipes, orientando os caminhos focados em um objetivo comum.

#### **DIRETRIZ 4**

##### **Condições para estabelecer um planejamento estratégico:**

Para a realização do planejamento estratégico, é necessário a realização de um diagnóstico da organização: conhecer seus pontos fortes e fracos; definir a identidade organizacional, com missão, visão e valores; definir os objetivos da organização, definindo um mapa de seus objetivos e metas;

Definir um plano de ação; planejar o acompanhamento e análise, através de um plano de reuniões e procedimentos para acompanhar e avaliar os resultados alcançados em cada fase do projeto.

#### **DIRETRIZ 5**

##### **Fatores que influenciam a cultura organizacional:**

- Buscar os fatos em que os líderes prestam atenção, medem e controlam;
- Apontar as reações dos líderes em momentos críticos e crises organizacionais;
- Certificar o papel assumido na condução da organização;
- Definir os critérios para reconhecimento;
- Definir os critérios para recrutamento, seleção, promoção e saída de pessoal;
- Clarificar a estrutura da organização;
- Divulgar as declarações formais de filosofia, credo e privilégios na organização.

#### **DIRETRIZ 6**

**Ações devem ser realizadas para influenciar com a integração das equipes:**

- Determinar a meta da organização; seja qual for a meta principal, ela deve refletir os resultados que precisa alcançar;

- Analisar a organização; para que o planejamento realmente ocupe uma posição estratégica, é importante que seja realizado um diagnóstico interno e externo do negócio.
- Determinar a missão, visão e valores; é importante saber quais as diretrizes principais de uma empresa: missão, visão e valores.
- Determinar Missão; definir qual a responsabilidade da empresa com seus clientes. Aquilo que deve ser entregue a eles;
- Determinar Visão; Necessário a definição do que a empresa pretende ser a longo prazo a partir do produto ou serviço que possui;
- Determinar Valores; definir os princípios nos quais a empresa se baseia, como credibilidade, eficiência, qualidade. Podem ser vistos como as regras básicas que orientam os colaboradores.
- Determinar Objetivos; os objetivos de uma empresa são os resultados que a organização pretende atingir.
- Determinar Metas; as metas estão associadas aos objetivos, são tarefas a serem executadas em um prazo determinado, para que o objetivo seja alcançado. As metas devem ser mensuráveis além de realistas.
- Planejar a ação; para garantir que os objetivos e metas sejam realizados, é necessário planejar as atividades e ações para atingir as metas pretendidas.
- Monitorar e avaliar os resultados; com o plano montado e as estratégias em jogo, é preciso estar sempre monitorando e avaliando os resultados obtidos. Por isso é tão importante a meta ser facilmente mensurável.

## **DIRETRIZ 7**

### **Gerenciamento de projetos:**

- ter objetivo claro e definido – todo projeto tem metas e resultados bem estabelecidos a serem atingidos em sua finalização;
- deve ser conduzido por pessoas - o cerne fundamental de qualquer projeto é o homem.
- conceber que projetos utilizam recursos – todo projeto utiliza recursos especificamente alocados a determinados trabalhos.

## **DIRETRIZ 8**

**Evitar incluir algum destes questionamentos no desenvolvimento do projeto:**

- Por que a conclusão de um software leva tanto tempo?
- Por que os custos de projeto e desenvolvimento são tão altos?
- Por que os erros não são encontrados antes da entrega ao cliente?
- Por que é gasto tanto esforço na manutenção de programas já em uso?
- Por que tantas dificuldades em monitorar o desenvolvimento de um software?

## **DIRETRIZ 9**

**A forma de como o projeto deve decorrer:**

- Orientar e gerir as atividades do projeto;
- Realizar garantia da qualidade;
- Mobilizar a equipe do projeto;
- Desenvolver a equipe do projeto;
- Gerir a equipe do projeto;
- Distribuir a informação;
- Gerir as expectativas das partes interessadas;
- Conduzir as aquisições.

## **DIRETRIZ 10**

**Ações que devem ser observadas na execução do projeto:**

- a) mobilizar a equipe do projeto. Compor a equipe que irá realizar o trabalho do projeto e alocar todos, com suas respectivas qualificações, competências e habilidades, nas devidas áreas do projeto;

- b) comunicar objetivos, metas e resultados. Comunicar as informações necessárias para o trabalho, participação e tratamento de cada um dos principais stakeholders do projeto.
- c) estabelecer o fluxo de trabalho. Fazer acontecer as ações necessárias para realizar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto e assim atingir os objetivos do projeto, iniciando a execução do projeto.
- d) integrar esforços. Na maioria dos projetos, o escopo envolve o trabalho de profissionais de especialidades diferentes em diversas frentes simultâneas, sendo necessário um esforço para sincronização das atividades, evitando desgastes e desperdício de recursos.
- e) garantir a qualidade. Validar o cumprimento dos requisitos de qualidade e a aplicação de práticas adequadas, para garantir que os resultados alcancem os padrões definidos.
- f) conduzir as aquisições. Obter propostas, cotações e informações dos fornecedores, selecionar e contratar fornecedores para atender as necessidades do projeto.
- g) executar respostas aos riscos. As ações de tratamento dos riscos devem ser disparadas, cada uma ao seu devido tempo, bem como as ações corretivas e as ações preventivas decorrentes do controle do projeto.
- h) administrar expectativas e mudanças. Interagir com os principais stakeholders do projeto para identificar expectativas e atender às suas necessidades, resolver as questões que surgem e administrar as solicitações de mudanças junto às equipes.
- i) gerar resultados. Garantir que o trabalho produza as entregas previstas no planejamento e que o produto final do projeto esteja sendo efetivamente gerado conforme previsto, monitorando as equipes, e acompanhando seu desempenho.
- j) atualizar o plano de gerenciamento do projeto. Na execução das atividades são geradas novas informações, sendo necessário atualizar, detalhar e complementar o Plano de Gerenciamento do Projeto.

**DIRETRIZ 11****Ergonomia organizacional poderá contribuir com subsídio:**

A Alocação de recursos deverá ser realizada com enfoque ergonômico sob a perspectiva da ergonomia organizacional, em atendimento as demandas especificadas no projeto, em trabalho junto à equipe de gestão.

**DIRETRIZ 12****Gerenciamento de cronograma realizado nas seguintes etapas:**

- Elaboração do plano de gerenciamento do cronograma;
- Definição das atividades do projeto;
- Sequenciamento das atividades;
- Estimativa da duração das atividades;
- Desenvolvimento do cronograma;
- Controle do cronograma.

**DIRETRIZ 13****O gerente deve ter as seguintes habilidades:**

- Liderança;
- Motivador;
- Gestor de Conflitos;
- Comunicador;
- Gestor de Mudanças.

**DIRETRIZ 14****Competências gerenciais necessárias para os gerentes de projetos:**

- Competência de conhecimento: Quanto o profissional tem o conhecimento dos processos, ferramentas e técnicas destinadas à execução das atividades relacionadas;
- Competência de desempenho: Representa a forma de como o profissional aplica o conhecimento gerencial para atingir os objetivos do projeto;
- Competência Pessoal: Corresponde ao comportamento, atitudes e influências culturais ao desempenhar as atividades no contexto do gerenciamento de projetos.

## **DIRETRIZ 15**

### **Habilidades essenciais para um gerente de projetos:**

- ser capaz de se comunicar bem; ter liderança, a capacidade que alguém tem de, por meio do respeito, confiança e conhecimento, inspirar e guiar pessoas;
- lidar com todas estas informações dos processos e, ainda, com preocupações constantes, é preciso saber como organizar todas essas variáveis;
- Conseguir avançar o projeto de forma adequada é preciso que o gestor de projetos seja disciplinado;
- lidar com situações de conflito durante as etapas do projeto e precisa ser capaz de gerenciá-los;
- capaz de lidar com situações de crise;
- dominar a habilidade de ser objetivo e também de se comunicar objetivamente;
- tomar postura proativa. Portanto, ele sempre deve se antecipar para resolver impasses e dilemas e guiar sua equipe de projetos na resolução dos mesmos;
- Ter uma visão global do projeto se faz de extrema importância e é necessária para qualquer gerente de projetos qualificado;
- Ter Empatia: A capacidade de colocar-se no lugar de outra pessoa, visando compreender seus sentimentos e emoções.

## DIRETRIZ 16

### **Outras habilidades do gerente segundo senso comum:**

- **Comunicação eficaz:** É indispensável ter a capacidade de se fazer entender de maneira clara e eficaz. Comunicar ressalta, é também saber ouvir atentamente e contextualizar o que é transmitido. Essa habilidade é observada em praticamente todo o contexto desta pesquisa.
- **Empatia:** Tratar todos com respeito e educação, principalmente em situações mais difíceis. Dessa maneira, é possível criar espaço para pedir e dar feedbacks, ferramentas fundamentais para o crescimento profissional.
- **Colaboração:** A colaboração é fundamental para o clima organizacional. Um ambiente de trabalho colaborativo é mais saudável para os colaboradores e ajuda no estreitamento das relações entre eles.
- **Resiliência:** A resiliência é necessária, principalmente, em momentos de crise. Entender como superar as adversidades e, muitas vezes, recomeçar, demonstra maturidade e força. Normalmente requer tempo e experiência para se desenvolver.
- **Trabalhar sob pressão:** Mesmo nos melhores ambientes de trabalho, por algumas vezes, acontecem situações inesperadas que exigem muito equilíbrio emocional para que o rendimento e os resultados não sejam afetados.
- **Relacionamento interpessoal:** Além das relações necessárias e estabelecidas dentro da própria equipe, uma boa conexão entre colaboradores de diferentes áreas ajuda a atingir melhores resultados.
- **Negociação:** Buscar atingir objetivos que satisfaçam as duas ou mais partes envolvidas. Para isso, essas partes devem ter um mesmo propósito final, e conseguir chegar a um acordo em afetar a relação pessoal. É preciso saber conduzi-las com naturalidade e estratégia.
- **Liderança:** Exercer uma boa gestão de pessoas implica saber motivar e engajar as pessoas da equipe, identificando as melhores competências de cada um, sabendo aplicá-las em favor das metas estabelecidas.
- **Visão geral:** Ter uma real dimensão do todo, mostra que o profissional está integrado com a dinâmica da empresa, seus objetivos e sua metodologia. Essa

é uma ferramenta muito importante na hora de propor mudanças ou criar expectativas, pois causa impacto em toda a estrutura organizacional.

- **Ética:** Desenvolvida ao longo da vida, é formada por valores individuais e coletivos, sendo um diferencial bastante importante, principalmente no meio corporativo. Em um cenário ideal, é ela que dá a sustentação para que as outras *soft skills* se desenvolvam.

## **DIRETRIZ 17**

### **Posturas a adotar:**

- **Gestão correta do sistema:** com uma equipe de profissionais especializados, atuando em suas funções, é possível implantar um serviço de excelência, focando no objetivo do serviço contratado e aplicando as melhores e mais atuais práticas de mercado.
- **Prioridade no objetivo fim da organização:** Tudo que não faz parte do “core business” pode facilmente ser delegado e terceirizado, para garantir que a atenção não perca o foco daquilo que é o mais importante.
- **Flexibilidade:** Outro benefício na utilização das empresas de outsourcing é que a contratante ganha maior flexibilidade. Em função da necessidade, basta alterações no contrato, aumentando ou reduzindo o quadro ou o escopo contratado.
- **Agilidade na correção de falhas:** A disponibilidade de especialistas, sempre à disposição para atuar de forma rápida e eficaz é essencial, podendo atender às demandas inesperadas nos momentos de necessidade.
- **Foco na estratégia:** Quando os gestores não precisam se preocupar com questões de gerenciamento de pessoas, podem focar na estratégia da empresa, permitindo assim melhorar a qualidade do trabalho da organização de modo geral.
- **Redução de custos e aumento na produtividade:** O outsourcing também pode ser financeiramente mais vantajoso, já que o custo de manter uma equipe interna pode acabar sendo maior. Evita-se assim custos com a contratação de profissionais, treinamentos e equipamentos.

## **DIRETRIZ 18**

### **A produção de requisitos, baseia-se em REALIZAR quatro atividades:**

- Levantamento: Através de trabalho conjunto entre os desenvolvedores e os clientes, são relacionados os requisitos do software.
- Registro: uma vez identificados e negociados, os requisitos devem ser documentados para servir de base para as próximas etapas do processo de desenvolvimento.
- Verificação: examina a especificação do software de forma a assegurar que todos os requisitos foram definidos sem inconsistências ou omissões, detectando e corrigindo possíveis problemas não observados anteriormente.
- Validação: é a atividade que obtém a aceitação do cliente dos requisitos que foram especificados.

## **DIRETRIZ 19**

### **O levantamento de requisitos:**

Entrevistas, questionários, análise de tarefas, análise de domínio, introspecção, trabalho em equipe e debate, com reuniões colaborativas, workshops de requisitos, etnografia, onde é realizado o estudo das pessoas em seu ambiente natural para coleta de informações sobre as operações que estão sendo realizadas.

## **DIRETRIZ 20**

### **Validação dos requisitos:**

- Verificações de validade dos recursos definidos;
- verificações de consistência,
- identificação e eliminação de redundâncias;
- verificações de completude se documento de requisitos inclui todos requisitos e restrições pretendidas pelo usuário do sistema;

- verificações de realismo, para assegurar que realmente podem ser implementados.
- Consideração do orçamento e o cronograma para o desenvolvimento do sistema.

### **DIRETRIZ 21**

#### **Analisar a viabilidade sob as perspectivas:**

- Econômico-Financeira;
- Aspectos Tecnológicos;
- Legal;
- Operacional;
- Ambiental;
- Mercadológica;
- Política;
- Fiscal;
- De Localização;
- Social,
- Em Função Da Natureza Do Projeto

### **DIRETRIZ 22**

#### **Gerenciar riscos nos processos:**

- Identificação de riscos: Onde são identificados os possíveis riscos de projeto, de produto e de negócios.
- Análise de riscos: Deve ser avaliada a probabilidade e as consequências desses riscos.
- Planejamento de riscos: Elaborar um plano para enfrentar o risco, evitando ou minimizando seus efeitos sobre o projeto.
- Monitoramento de riscos:
- Supervisionar regularmente os riscos e seus planos de recuperação

- Mantê-los atualizados

### **DIRETRIZ 23**

#### **Etapas a serem consideradas na gestão de riscos:**

- identificação, procura e localização: antecipar os riscos antes que se realizem, criar indicadores para acompanhamento;
- análise: utilizar os dados referentes aos riscos em diretrizes para a tomada de decisões;
- planejamento: transformação das diretrizes em decisões e ações de mitigação;
- rastreamento: monitoração dos indicadores de risco e das ações em andamento;
- controle: ajustes e adequações ao plano de gerenciamento dos riscos;
- comunicação: garantir troca de informações e feedbacks aos stakeholders do estado atual.

### **DIRETRIZ 24**

#### **Princípios a serem seguidos para modelagem de sistemas:**

- Determinar que o objetivo da equipe é criar sistemas e não modelos;
- Objetividade: não criar mais modelos que o necessário;
- Produzir os modelos o mais simples possível;
- Prever facilidade de alterações;
- Determinar cada modelo com seu objetivo claro;
- Criar modelos úteis, não buscar a “perfeição”
- Permitir fácil compreensão pela próxima equipe;
- Obter o feedback o mais rápido possível.

**DIRETRIZ 25****Para definir uma boa arquitetura de sistema:**

- Definir os elementos estruturais e suas interfaces de modo a estabelecer a composição do sistema;
- Estabelecer interação entre estes elementos;
- Compor estes elementos estruturais e comportamentais em subsistemas.
- Arquitetura do hardware;
- Sistema operacional utilizado;
- Sistema Gerenciador de Banco de dados adotado;
- Protocolos de rede;
- A linguagem de programação;
- O ambiente de interface gráfica;
- As bibliotecas de funções disponíveis;
- Os sistemas legados envolvidos;
- As necessidades de desempenho, portabilidade, usabilidade, disponibilidade;
- Documentação.

**DIRETRIZ 26****Considerações ergonômicas para uma boa usabilidade em uma interface:**

- posição adequada do monitor,
- iluminação,
- ambiente de trabalho,
- temperatura,
- ruído,
- aspectos para executar atividades com conforto e segurança.

**DIRETRIZ 27****O que deve ter para qualidade de uso de um sistema:**

- Ser Compreensível, de fácil entendimento pelo usuário em relação as funcionalidades;
- Ser Operacional, facilitando o uso e principalmente o acesso de suas funções;
- Ter “inteligência” para evitar os erros mais comuns do usuário, como a criação de alertas e validação das ações, antes de prosseguir para outra tela;
- Oferecer uma linguagem universal, acessível à todas as pessoas, inclusive com deficiência;
- Ter boa apresentação, com design e layout diferenciados.

**DIRETRIZ 28****Crerios para avaliaão da qualidade ergonômica de sistemas:**

- Condução: refere-se aos meios disponíveis para orientar, e guiar o usuário na sua interação com o computador;
- Carga de Trabalho: diz respeito a todos elementos da interface que contribuam para reduzir a carga de trabalho perceptiva e cognitiva, aumentando a eficiência do diálogo;
- Controle Explícito: refere-se ao processamento de ações explícitas do usuário pelo sistema e ao controle que o usuário possui sobre este processamento;
- Adaptabilidade: diz respeito à capacidade do sistema se comportar de acordo com as necessidades e preferências do usuário;
- Gestão de Erros: refere-se aos meios disponíveis para prevenir ou reduzir erros e corrigi-los quando eles ocorrerem;

**DIRETRIZ 29****Melhoria de aspectos importantes na interface:**

- Prever atalhos.

- Permitir aos mais experientes contornarem uma série de seleções por menu através da especificação de comandos ou de atalhos de teclado.
- Prever a seleção de entradas simples ou múltiplas, de acordo com a experiência individual.
- Autorizar diferentes modos de diálogo correspondentes aos grupos de usuários, com ênfase para a presteza adaptada à formação do usuário, por exemplo.
- Fornecer tutorial passo a passo para os novatos.
- Favorecer ao usuário a escolha do nível de detalhe das mensagens de erro em função de seu nível de conhecimento.

### **DIRETRIZ 30**

#### **Realização de testes de software:**

- Determinar que os testes de software sejam parte essencial desde o planejamento do projeto
- tornar sistematização e controle necessários na atividade de teste de software sendo uma atividade de engenharia com resultados efetivos e previsíveis
- Demonstrar ao desenvolvedor e ao cliente que o software atende a seus requisitos.
- Descobrir situações em que o software se comporta de maneira incorreta, indesejável ou de forma diferente das especificações, representando defeitos de software.
- Elaborar prototipação, pois é um processo importante no desenvolvimento de software, permitindo a avaliação do sistema durante seu desenvolvimento, auxiliando no amadurecimento das ideias e favorecendo o engajamento da equipe no processo de criação

### **DIRETRIZ 31**

**Testes de usabilidade: utilização conjunta de protótipos e testes de usabilidade, as interfaces com os usuários deverão ser avaliadas utilizando as heurísticas de Nielsen:**

- Visibilidade do status do sistema: Transparência para o usuário
- Correspondência entre o sistema e o mundo real: Entendimento do negócio
- Controle e liberdade para o usuário: Construir caminhos flexíveis
- Consistência e Padronização: Facilitar a navegação do usuário
- Prevenção de erros: Confirmar as decisões do usuário
- Reconhecimento em vez de memorização: Instruir o usuário em sua tarefa
- Eficiência e flexibilidade de uso: Elaborar uma interface organizada
- Estética e design minimalista: Incluir apenas o imprescindível
- Ajuda aos usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros: Oferecer soluções aos problemas dos usuários
- Ajuda e documentação: Resolver com ajuda, antes de ser solicitado

### **DIRETRIZ 32**

**Ações necessárias para estabelecer condições para uma adequada infraestrutura de TIC:**

- Conscientização da alta gestão: O crescimento do parque de computadores, sistemas e redes de comunicação, requer investimentos na infraestrutura de apoio;
- Atuação, com ênfase, na estratégia organizacional, garantindo apoio à infraestrutura de TIC como processo de suma importância para a manutenção e evolução das organizações;

### **DIRETRIZ 33**

**O conceito de governança com foco na Governança, prevendo:**

- Alinhamento Estratégico: a Governança de TI garante que tanto os processos de negócio como os de tecnologia da informação estejam alinhados;
- Entrega de Valor: benefício importante da Governança de TI, assegurando que o setor de tecnologia da informação seja o mais eficiente e eficaz possível, atuando em definição de normas, uso de boas práticas e garantir sua aplicação;

- Gerenciamento de Riscos: a Governança de TI permite que a organização visualize eventuais riscos para o negócio, proporcionando formas de minimizá-los;
- Gerenciamento de Recursos: neste caso, o papel da Governança de TI é garantir que a gestão dos recursos humanos e tecnológicos da organização sejam bem empregados;
- Mensuração de Desempenho: utilizando-se de indicadores que vão muito além dos critérios financeiros, a Governança de TI assegura uma medição e avaliação precisa dos resultados do negócio.

#### **DIRETRIZ 34**

##### **Ambiente físico - Os seguintes critérios devem ser observados:**

- Observar o equilíbrio térmico, ou seja, para o equilíbrio na relação entre a quantidade de calor ganho pelo organismo e a quantidade de calor cedido ao ambiente.
- Proporcionar uma iluminação seja de intensidade adequada, não apenas na realização das tarefas, mas que também seja benéfica para a saúde dos colaboradores.
- Atentar para o conforto acústico para desempenhar um bom trabalho deve-se estar livre de ruídos que atrapalhem o colaborador em seu ambiente de trabalho.
- Evitar ruído que ocasiona interferência na comunicação e redução na concentração

#### **DIRETRIZ 35**

##### **Critérios a serem estabelecidos para garantir alta disponibilidade dos serviços de TI da organização:**

- Conscientização da alta gestão: Os dados são um recurso organizacional essencial que precisa ser administrado como outros importantes ativos das organizações

- Garantia da segurança física, que é a própria integridade do hardware e do local de armazenamento da informação;
- Observação de boas práticas e recomendações quanto a segurança digital;
- Ênfase na atenção do conceito de recursos de rede enfatizando as tecnologias e redes de comunicações são um componente fundamental de todo sistema de informação;
- Gerenciamento da infraestrutura de redes, pois as organizações precisam garantir a disponibilidade dos serviços de comunicação e transferência da informação;
- Investimento em otimizações e atualizações no datacenter: é a parte central de uma infraestrutura de tecnologia de uma organização;
- Conscientização da alta gestão, que esse novo conceito de datacenter está relacionado a dois conceitos fundamentais:
- Disponibilidade refere-se à capacidade do datacenter de entregar serviços a qualquer momento, sem interrupções. Ou seja, a disponibilidade ideal é que o datacenter funcione ininterruptamente 100% do tempo;
- Acessibilidade refere-se à capacidade de acesso dos usuários ao conjunto de equipamentos e serviços que o datacenter provê, a partir de regras de segurança, velocidade e níveis de acesso.

## APÊNDICE C – PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

### **Realizar o planejamento estratégico do projeto**

De acordo com Schiavenin (2018), o modelo de negócios e o planejamento estratégico são documentos importantes para o início de um novo projeto, permitindo à gestão uma forma mais consistente e objetiva de condução do processo, trazendo mais confiabilidade de que os resultados poderão ser alcançados. Normalmente, o planejamento estratégico pode ser considerado um documento posterior ao modelo de negócios, utilizado como base para definir o destino do projeto para a organização.

Estratégia, segundo o SEBRAE (2016), é definir, dentro da organização, quais são os principais objetivos e metas a serem alcançados em determinado espaço de tempo, e quais ações e recursos estarão disponíveis para tal cumprir tais objetivos.

Enfim, pode-se considerar que o planejamento é uma ferramenta de trabalho utilizada para tomar decisões e organizar as ações de forma lógica e racional, de modo a garantir os melhores resultados e a realização dos objetivos de uma sociedade, com os menores custos e no menor prazo possível (ALLEBRANDT et al., 2009).

O planejamento estratégico do projeto é um conjunto de processos e rotinas que envolvem a tomada de decisões para criar um fluxo de trabalho mais ágil e seguro. Por meio dessa abordagem, as equipes passam a ter objetivos mais claros, um planejamento mais consistente, elaborado para cada projeto da organização (COSTA LIMA, 2003).

No site de uma empresa de consultoria em projetos, a Robson Camargo, Projetos e Negócios, encontramos algumas matérias interessantes na área. No contexto acima, Camargo (2018), ilustra que o processo de elaboração do planejamento estratégico deve ser colaborativo, sendo fortemente recomendado cuidado de, além estimular o engajamento dos colaboradores, procurar garantir o desenvolvimento de um objetivo comum e uma gestão do planejamento estratégico realista.

Algumas ações devem ser realizadas, segundo Camargo (2018):

Determinar a meta da organização; seja qual for a meta principal, ela deve refletir os resultados que precisa alcançar;

Analisar a organização; para que o planejamento realmente ocupe uma posição estratégica, é importante que seja realizado um diagnóstico interno e externo do negócio.

Determinar a missão, visão e valores; é importante saber quais as diretrizes principais de uma empresa: missão, visão e valores.

Missão; definir qual a responsabilidade da empresa com seus clientes. O produto que deve ser entregue a eles;

Visão; Necessário a definição do que a empresa pretende a longo prazo a partir do produto ou serviço que possui;

Valores; definir os princípios nos quais a empresa se baseia, como credibilidade, eficiência, qualidade. Podem ser vistos como as regras básicas que orientam os colaboradores.

Objetivos; os objetivos de uma empresa são os resultados que a organização pretende atingir.

Metas; as metas estão associadas aos objetivos, são tarefas a serem executadas em um prazo determinado, para que o objetivo seja alcançado. As metas devem ser mensuráveis além de realistas.

Planejar a ação; para garantir que os objetivos e metas sejam realizados, é necessário planejar as atividades e ações para atingir as metas pretendidas.

Monitorar e avaliar os resultados; com o plano montado e as estratégias em jogo, é preciso estar sempre monitorando e avaliando os resultados obtidos. Por isso é tão importante a meta ser facilmente mensurável.

Isso possibilita identificar o que está dando certo, da mesma forma que falhas na ação, permitindo o ajuste e otimizações para evitar prejuízos.

A cultura em uma organização define e reforça os comportamentos entre os colaboradores, e estes comportamentos, por sua vez, afetam o desempenho organizacional de maneiras essenciais (PEREIRA e KICH, 2009). A cultura organizacional afeta o desempenho organizacional e também interfere no processo de Planejamento Estratégico das empresas, que, segundo os autores é definido como a visão de um “futuro desejado” e dos modos eficazes de alcançá-lo, ou seja, o planejamento, significa pensamento futuro e controle sobre o que se pretende fazer.

De acordo com Hrebiniak (2006), a cultura é o requisito mais importante para o sucesso da execução das estratégias, definidas no Planejamento Estratégico. A modelagem de negócios, de acordo com Schiavenin (2018), permitirá condições de tomar decisões mais conscientes e racionais, definindo um norte para a criação e elaboração de novos projetos.

O modelo de negócios, quando bem elaborado, também é a ferramenta que pode ser aplicada para apresentação do projeto à equipe, possibilitando fácil visualização do contexto proposto, mas ressalva Schiavenin (2018), é importante entender que o modelo de negócios é baseado em suposições, sem informações históricas, realizado com dados obtidos através da análise das circunstâncias atuais da organização.

Entra aqui a questão da abstração, aspecto cognitivo que se traduz na capacidade de percepção do “ambiente” e representar as ideias propostas com clareza de forma a ser devidamente compreendido pelos stakeholders.

Os aspectos relevantes encontrados de cada tópico relativo à modelagem do negócio observados neste capítulo, foram condensados na tabela abaixo, onde estão relacionados com as ações ergonômicas correspondentes:

Quadro 21 – Importância da Modelagem

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância do processo de modelagem; Priorização por parte da organização;	Abrangência das questões de gestão; Adaptação a transformações na cultura organizacional;
Definição de equipes; Identificação dos stakeholders;	Gestão dos recursos humanos;
As expectativas dos stakeholders;	Estratégias de satisfação dos requisitos organizacionais; Abrangência das questões de gestão;
Processo de trabalho em equipe;	Questões de comunicação e interação na equipe;

Fonte: o autor (2021)

Um fator relevante nesta etapa da pesquisa é a escolha dos participantes do processo de modelagem. Deverão ser identificadas as habilidades dos indivíduos a compor a equipe, onde além da capacidade de abstrair e ter o conhecimento do “negócio”, será de grande importância a questão do relacionamento. Importante também adotar métodos de trabalho em grupo para identificar as expectativas por parte dos stakeholders do projeto, no sentido de obter as informações necessárias para o processo de modelagem atender as necessidades da organização.

## APÊNDICE D – O GUIA PMBOK

### **O PMBOK, conceitos**

A gestão de projetos reúne um conjunto de práticas, habilidades e competências utilizadas para planejar, executar, monitorar e controlar os projetos de uma organização, aplicados às atividades do projeto a fim de cumprir seus requisitos. Conforme verificado no PMBOK (2017), o conceito de projeto pode ser definido como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado; são atividades ou empreendimentos que têm início e fim programados, devendo resultar em um serviço ou produto final.

O PMI (Project Management Institute) é uma instituição sem fins lucrativos, criada em 1969, que tem como principal objetivo contribuir para melhoria contínua da gestão de projetos. O PMI tem sido responsável por catalogar e divulgar o conhecimento e práticas de gestão de projetos visando melhorar o índice de sucesso de execução de projetos e assim melhor capacitar os profissionais envolvidos (DONATO, 2020).

Esse esforço de identificar as melhores práticas de gestão de projetos juntamente com sua divulgação por meio do catálogo do conhecimento em gestão de projetos, conhecido como PMBOK, tem trazido resultados satisfatórios quanto melhoria na condução de projetos.

A gestão de projetos, nos últimos anos, se tornou essencial para o bom desempenho de uma organização, com novas técnicas criadas e aprimoradas para o gerenciamento de prioridades, prazos e custos nos projetos, sendo O PMBOK (Project Management Body of Knowledge) uma ferramenta bastante utilizada (BOMFIN, NUNES e HASTENREITER, 2012).

Sua prática é fundamental, como veremos a seguir, quando se deseja que os projetos atendam aos requisitos organizacionais e diretivas da organização, principalmente quando ocorrem mudanças e se faz necessário a modernização de procedimentos e técnicas, fator importante no âmbito da ergonomia organizacional.

O Guia PMBOK é um guia criado para indicar boas práticas no gerenciamento de projetos, consistindo, na verdade, em uma padronização que identifica e conceitua processos, áreas de conhecimento, ferramentas e técnicas da gestão de projetos (PMBOK, 5ª Edição, 2013).

Além do gerenciamento de projetos, as diretrizes do Guia PMBOK servem para aumentar a eficiência da organização e a geração de valor e satisfazer melhor as necessidades de seus clientes e colaboradores.

Ainda, segundo Bomfin et al. (2012), o Guia PMBOK considera as mesmas dez Áreas de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Gerenciamento da integração do projeto; do escopo do projeto; tempo do projeto; dos custos do projeto; da qualidade do projeto; dos recursos humanos do projeto; das comunicações do projeto; dos riscos do projeto; das aquisições do projeto; partes interessadas do projeto.

O PMBOK (2017) permitiu uma clareza maior sobre o que é projeto, que pode ser planejado, desenvolvido, executado e monitorado de maneira progressiva e por etapas. Possui foco em três conceitos principais:

- a) O ciclo de vida: o tempo de duração de um projeto, suas fases, os custos envolvidos e os riscos existentes;
- b) O processo de gestão do projeto: as etapas que envolvem a gestão dos processos de um projeto, as quais englobam planejamento, iniciação, execução, controle e monitoramento e a finalização do mesmo;
- c) As áreas do conhecimento: as áreas envolvidas no projeto (gestão de tempo, de escopo, de riscos, de qualidade, de pessoas).

O Guia PMBOK tem um papel bastante relacionado com os focos da ergonomia organizacional, pois ambos tratam de temas correlacionados, como gestão de recursos humanos, gestão e métodos de trabalho, satisfação dos requisitos organizacionais, qualidade, comunicação.

Entre os vários benefícios que o Guia PMBOK promove no gerenciamento de projetos, podemos destacar os seguintes (PMBOK, 2017):

- a) padronizar as atividades do gerenciamento do projeto;
- b) melhorar o fluxo de comunicação entre as partes envolvidas;
- c) reduzir a negligência de atividades importantes;
- d) dar ênfase ao uso dos recursos de maneira eficiente;
- e) controlar o andamento do projeto;
- f) realizar o tratamento otimizado de riscos.

O Guia PMBOK utiliza cinco grupos de processos (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento), que são usados para categorizar as operações de gerenciamento de projetos necessárias para administrar uma empresa ou supervisionar um projeto (JUSTO, 2017).

A forma de sistematização do PMBOK e as melhores práticas de gerenciamento de projetos descritas, podem ser aplicadas a todos os tipos de projetos, independentemente do nicho, da dimensão, do pessoal envolvido, dos prazos e dos orçamentos.

Associado ao conceito de necessidade de modernização no âmbito da ergonomia organizacional, o PMBOK cria uma base para que os projetos sejam realizados com visão ampla, considerando novas perspectivas. Salientado, aqui, que a inclusão de considerações ergonômicas são, em geral, novidade dentro dos conceitos tradicionais.

Observa-se, também, que diversos aspectos observados pelo PMBOK na gestão de um projeto estão em sintonia com fatores dentro do domínio de observação da ergonomia organizacional.

Além disso, isso facilita a padronização das atividades, a melhoria do fluxo de informações e dados, a mitigação de riscos, o aumento dos lucros, o controle dos prazos de entrega e a redução de despesas.

Ainda quando voltamos a abordagem do uso de novas tecnologias e métodos pela ergonomia organizacional, em Donato (2020), é abordada a utilização das tecnologias ágeis utilizadas com base nos já estabelecidos conceitos do Guia PMBOK. “A técnica de PMBOK somada às metodologias ágeis trazem um aperfeiçoamento no resultado total, recorrendo às melhores técnicas e práticas”, cita a autora.

Ela cita, ainda, algumas técnicas como: uso de backlog (histórico), uma planilha onde se tem uma lista do que fazer, quando e de que maneira deve ser entregue; monitores do percentual da tarefa realizada; gerenciamento dos prazos e distribuição de tarefas, se necessário.

Como podemos observar, são práticas que podem ser otimizadas com apoio de treinamentos específicos, para qualificar melhor a equipe do ponto de vista de gerenciar suas próprias tarefas, citado também por Pinheiro (2020), quando fala da

necessidade humana da independência na realização das atividades, como fator motivador pessoal.

## **APÊNDICE E – DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

### **Desenvolvimento de sistemas**

De acordo com Pressman (2016), o software deve ser adaptado para atender à evolução da tecnologia da informação, e aos novos ambientes, devendo ainda o software ser aperfeiçoado para os novos requisitos do negócio. O software deve ser compatível com diversos bancos de dados ou sistemas em versões mais atuais e finalmente, o software deve ser arquitetado de forma a atender um ambiente em evolução.

Podemos identificar aqui uma questão de necessidade de modernização, novas tecnologias, abordada pela ergonomia organizacional, que associado aos atendimentos dos requisitos organizacionais, deve atuar em conjunto com a gestão para avaliar a viabilidade de atender às considerações acima citadas (KUHLEN et al., 2010).

Atualmente, a indústria de software tornou-se um fator dominante na economia mundial, e apesar da tecnologia disponível, com uma série de ferramentas e procedimentos técnicos algumas questões ainda são as mesmas de anos atrás, como (PRESSMAN, 2016):

Por que a conclusão de um software leva tanto tempo?

Por que os custos de projeto e desenvolvimento são tão altos?

Por que os erros não são encontrados antes da entrega ao cliente?

Por que é gasto tanto esforço na manutenção de programas já em uso?

Por que tantas dificuldades em monitorar o desenvolvimento de um software?

Questões com essas demonstram a preocupação com sistemas e as formas como são desenvolvidos, significando riscos ao desenvolvimento, tema abordado hoje pela engenharia de software em conjunto com a ergonomia organizacional, que com ações ergonômicas nas áreas de qualidade, gerenciamento de recursos, acompanhamento de cronogramas e atender às metas da organização podem contribuir para evitar tais riscos.

Torna-se assim imprescindível a utilização de conceitos atualizados e as melhores práticas para as técnicas a serem adotadas no desenvolvimento de sistemas (DOMINGUES, 2014).

Atualmente, é observado como a qualidade dos produtos de software está associada à qualidade dos processos de software utilizados em seu desenvolvimento e manutenção. Com isso, muito estudo e procedimentos têm sido desenvolvidos no sentido de apoiar organizações em seus esforços pela busca da qualidade de processo, o SWEBOK (2014), abordado mais adiante é um exemplo.

Conforme abordado em Bertollo, Segrini e Falbo, (2006), as pesquisas na área de processos de software nos últimos anos têm atuado em duas áreas específicas: A primeira, focando abordagens para modelagem, com a análise e melhoria do processo de software, sua estruturação, organização, documentação e descrição formal dos processos, incluindo ainda normas de qualidade de processo de software como a ISO/IEC 12207 (ISO, 1995).

Já a segunda abordagem voltada para o desenvolvimento de Ambientes de Desenvolvimento de Software (ADSs) centrado em processos, que integram ferramentas de apoio ao desenvolvimento de artefatos com ferramentas de apoio à modelagem e execução de processos de software, utilizadas na construção desses artefatos (HARRISON et al., 2000).

Novamente, aqui demonstra a aplicação da ergonomia organizacional, procedimentos e novas tecnologias estratégias de satisfação dos requisitos tecnológicos.

Definir processos de software é uma tarefa bastante complexa em função da quantidade de atividades e detalhes como requisitos específicos que têm de ser entendidos e integrados. Mesmo tendo à disposição farto material indicando melhores práticas a serem seguidas, processos de software têm de ser definidos caso a caso, considerando características específicas do projeto em questão, tais como domínio de aplicação, equipe de desenvolvimento, tecnologia a ser usada e restrições de custos e prazos (BAZZOTTI; GARCIA, 2012).

Aqui também cabe importante aplicação dos conceitos da ergonomia, já incluindo nos requisitos do sistema suas recomendações, contribuindo para o processo de elaboração e execução do projeto com a ergonomia organizacional e nas especificações através da ergonomia de software.

## **O processo de software**

Podemos entender o processo de software como um conjunto de atividades que envolve desde o entendimento e esboço da solução de um problema específico, até a sua implementação e posterior liberação para uso. Todas as atividades são aninhadas, segundo Aléssio et al. (2017), dentro de um modelo de processo de software, que permite desde a sua análise, compreensão e execução.

Já segundo Fuggetta (2000), um processo de software pode ser definido como um conjunto coerente de políticas, estruturas organizacionais, tecnologias, procedimentos e artefatos necessários para conceber, desenvolver, implantar e manter um produto de software.

Um processo de software bem definido deve indicar as atividades a serem executadas, os recursos requeridos, os artefatos consumidos e produzidos e os procedimentos a serem adotados (BERTOLLO; SEGRINI; FALBO, 2006).

Desenvolver softwares dentro do cronograma, seguindo as definições estabelecidas no escopo e sem comprometer os critérios de qualidade estabelecidos, é sempre um desafio. Os processos de software servem para garantir a qualidade dos projetos e a execução dos mesmos, segundo critérios determinados. Se um software como visto em Sommerville (2011), foi desenvolvido tendo como base processos de software, incluindo processos de qualidade, a probabilidade de falhas ou necessidade de retrabalho é consideravelmente menor.

Importante aspecto a ser tratado pela ergonomia organizacional no tocante a gestão de recursos humanos e revisão das definições de atribuições de tarefas, permitindo um planejamento adequado no seu dimensionamento, evitando atrasos e insatisfações.

Através de um enfoque ergonômico, com a adoção de técnicas modernas permitirá que os desenvolvedores de sistemas utilizem de modelos de processos de software e ao seguir suas práticas têm maior chance de sucesso, uma vez que trabalham sob orientações e padrões de qualidade definidos e recomendados pela comunidade de especialistas do setor de desenvolvimento de software, apresentando um referencial consistente (ALÉSSIO et al., 2017).

De acordo com Pressman (2016), o processo de software pode ser definido como um conjunto de atividades e tarefas para produzir determinado artefato, no caso um programa. Um conjunto de tarefas consiste do trabalho a ser realizado para atingir

um determinado objetivo, onde cada projeto reúne tarefas específicas que a equipe de desenvolvimento define baseado no problema e nos requisitos do projeto.

Outro aspecto relevante considerado é a definição de um fluxo de processo, que descreve como as atividades e tarefas são organizadas, dentro de uma sequência cronológica.

### **Comunicação, Planejamento, Modelagem, Construção, Entrega**

A adoção de medidas para adequação de processos, métodos através da ergonomia, processos de qualificação e certificação podem levar a uma mudança na cultura organizacional, incentivando a adoção de novas práticas, procedimentos, métodos de trabalho.

Existe uma norma técnica denominada ISO/IEC 12207:2008, adotada internacionalmente, a qual estabelece definições e padrões referentes a vários processos relacionados com a indústria de software. Ela estabelece processos, atividades e tarefas que devem ser aplicados durante a aquisição, o fornecimento, o desenvolvimento, a operação, a manutenção e o descarte de software (WAZLAWICK, 2013).

Uma série de padrões e modelos podem ser adotados, não cabendo aqui de entrar em detalhes, mas a existência dos mesmos não implica necessariamente que o software será entregue dentro do cronograma e com a qualidade esperada, cabendo a utilização de práticas de engenharia de software, como as ferramentas do CMMI<sup>10</sup> e utilizando um enfoque das ergonomias organizacional e de software, que uma vez combinados permitem a gestão e um desenvolvimento de sistemas mais confiáveis (DONADEL; VARVÁKIS; SELIG, 2013).

### **O ciclo de vida do software**

Ciclo de vida do software é o termo utilizado para definir o conjunto de etapas que ocorrem entre a concepção de um sistema e o instante em que ele é descontinuado pelo desenvolvedor, e suas etapas auxiliam a orientar a equipe de desenvolvedores, assim como o direcionamento de recursos (SWEBOK, 2014).

---

<sup>10</sup> O CMMI para Desenvolvimento (CMMI-DEV) é um modelo de maturidade para melhoria de processos, destinado ao desenvolvimento de produtos e serviços, e composto pelas melhores práticas associadas a atividades de desenvolvimento e de manutenção que cobrem o ciclo de vida do produto desde a concepção até a entrega.

A gestão do ciclo de vida do sistema é fundamental para permitir à organização ter um planejamento inteligente e capaz de identificar quando é a melhor hora de executar cada tarefa que envolve a elaboração ou a manutenção de um sistema. Em outras palavras, torna o processo de gestão do aplicativo mais eficiente e organizado. Assim, a gestão pode ter maior controle sobre o desenvolvimento, aumentando as chances de cumprimento de cronogramas e atendimento às especificações, evitando cenários de risco (PRESSMAN, 2016).

Um ciclo de vida típico pode ser visto na forma segundo a sequência abaixo, segundo Wazlawick (2013): Levantamento de requisitos, Análise, Projeto do Sistema, Codificação, Testes e Operação.

O Guia para o Corpo de Engenharia de Software do Conhecimento, o Guia SWEBOK foi estabelecido com os cinco objetivos a seguir SWEBOK, (2014) para:

1. promover uma visão consistente do software engenharia em todo o mundo;
2. especificar o escopo e esclarecer o local da engenharia de software em relação a outras disciplinas como ciência da computação, projeto gestão, engenharia da computação e matemática;
3. caracterizar o conteúdo do software disciplina de engenharia;
4. fornecer um acesso tópico ao Software Conhecimento de Engenharia;
5. fornecer uma base para o currículo desenvolvimento e para certificação individual e material de licenciamento.

O SWEBOK (2014), apresenta a Engenharia de Software como um conjunto de áreas de conhecimentos necessários para se trabalhar com desenvolvimento de software, desde a codificação em si até a gestão de projetos.

Ao todo são 15 áreas de conhecimento, sendo elas: requisitos de software; projeto de software; construção de software; teste de software; manutenção de software; gerência de configuração de software; gerência da engenharia de software; processos de engenharia de software; ferramentas e métodos da engenharia de software; qualidade de software; práticas profissionais em engenharia de software; economia da engenharia de software; fundamentos de computação; fundamentos de matemática; fundamentos de engenharia.

Cada área um papel fundamental para o sucesso de um projeto de desenvolvimento. Cada sistema tem suas especificações próprias e restrições de

recursos e as empresas podem ter dificuldade em conseguir profissionais especializados em cada uma das áreas de conhecimento cobertas pelo SWEBOK. Porém, é importante que elas tenham a noção das deficiências para avaliar as áreas mais críticas e garantir uma gestão de riscos eficiente.

Os modelos de processo prescritivo, ou tradicionais, segundo Pressman (2016), define que as atividades e tarefas serão realizadas em forma sequencial, com indicadores de progresso previamente estabelecidos. A denominação *prescritivo* se dá devido ao fato de esses processos prescreverem uma série de elementos como atividades metodológicas, ações de engenharia de software, tarefas, artefatos, garantia da qualidade, e mecanismos de controle das atividades.

Cada modelo de processo prescreve ainda um fluxo de processo, a ser aplicado conforme critérios da equipe de desenvolvimento, podendo ser:

Em cascata, incremental, espiral, por prototipação, enfim modelos de conduzir o projeto em função da sua natureza, dos requisitos e da estrutura da equipe de desenvolvedores.

Independentemente do modelo adotado existe uma forte intersecção entre cada etapa, exigindo um processo contínuo de comunicação entre as equipes para que os artefatos sejam devidamente integrados. Dentre os focos da ergonomia organizacional, estão os processos de comunicação entre os participantes, que deve ser eficiente para garantir a troca de informações adequada. Também no foco da ergonomia organizacional está a adequação de métodos, onde as formas para garantir uma boa comunicação podem ser aplicadas, através de ferramentas, treinamentos e procedimentos.

Os desenvolvedores de software devem optar sobre o modelo de ciclo de vida que seja pertinente às circunstâncias de sua organização, e seu processo de software, e deve diversificar o modelo de ciclo de vida dependendo dos recursos necessários ao do produto característico em desenvolvimento. Não existe um ciclo de vida ideal, algumas empresas de desenvolvimento de software detêm seus próprios modelos de ciclo de vida, enquanto outras deixam a critério da equipe de projeto a definição do ciclo de vida mais adequado (NETO, SIQUEIRA, SOUZA E RIBEIRO, 2017).

Segundo o PMBOK (2017), os ciclos de vida definem o trabalho técnico de cada fase do projeto, os prazos de entregas de um sistema total ou parcial, as pessoas que estão envolvidas em cada fase e os mecanismos de controle e aprovação para cada fase.

### **O guia SWEBOK**

De acordo com visto em Bock (2005), toda área profissional se baseia em um corpo de práticas e conhecimento, que busca atender demandas sociais, determinado por padrões técnicos e pela existência de normas éticas que garantam a adequada relação de cada profissional com seus clientes e com a sociedade.

No caso da Engenharia de Software, houve uma iniciativa da IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) em que diversos profissionais da área criaram o SWEBOK (Guia para o corpo de conhecimento da Engenharia de Software), para servir como referência para práticas e sobre a teoria envolvida na Engenharia de Software.

O ISO/IEC/IEEE Systems and Software Engineering Vocabulary (SEVOCAB) define a engenharia de software como “a aplicação de uma sistemática, disciplinada, abordagem quantificável para o desenvolvimento, operação e manutenção de software”.

## APÊNDICE F – MODELAGEM DE SISTEMAS

### **Definir o modelo para o negócio**

A Modelagem de Negócio pode ser vista, conforme visto em Georges (2010), como uma disciplina que envolve um conjunto de conceitos, modelos e técnicas com o objetivo de desenvolver o modelo de negócio de uma organização. Para isso, a Modelagem de Negócios vai se basear nos processos de negócio da organização, definindo métodos, especificando ferramentas e os respectivos procedimentos.

A Engenharia de Software, área da engenharia que estuda os métodos, ferramentas e procedimentos utilizados na produção de software, sugere que através das definições da área de modelagem de negócio sejam realizadas as sistematizações das atividades ligadas ao entendimento e avaliação dos domínios das aplicações, de software, onde é descrito o problema. (SALUM; LOPES; COLETA, 2019).

Os métodos definidos, trazem os detalhes de como fazer para desenvolver o software, incluindo atividades como planejamento, estimativas de projeto, além das atividades de análise e desenvolvimento propriamente ditas, prevendo a utilização de critérios da ergonomia.

Sommerville (2011), define esses processos sendo usados para atingir algum objetivo de negócio, diretamente ligados à área fim da organização. O resultado da modelagem de negócio são os modelos de negócio, que representam um conjunto de atividades como, planejamento, ações que são executadas para transformar os modelos em resultados.

### **O processo de modelagem do negócio**

A adoção das atividades de Modelagem de Negócio como parte dos processos de construção de software traz inúmeros benefícios às organizações. Além de sugerir a otimização das rotinas organizacionais, a Modelagem de Negócio apoia a especificação dos requisitos para o software que será produto do projeto, através da análise e do entendimento do negócio (DIAS Jr., 2010).

A modelagem de Sistemas de Negócio é uma área que tem sido fortemente sugerida pela comunidade de Engenharia de Software, na busca de minimizar as discrepâncias existentes entre a visão dos especialistas de tecnologia da informação,

na construção dos produtos de software, e as reais necessidades do negócio, vista pela ótica dos stakeholders na obtenção de um produto (PRESSMAN, 2016).

Desse modo, afirma Monteiro (2003), existe uma considerável motivação no emprego de técnicas de modelagem de sistemas de negócios com o intuito de claramente retratar e direcionar a construção de produtos de software com qualidade, onde novamente atua a ergonomia organizacional, através da gestão da qualidade, impactando na definição de requisitos e procedimentos de testes. Existem diversas técnicas relacionadas com a atividade de modelagem de negócio, relata ainda a autora em sua dissertação.

Uma técnica muito utilizada hoje na busca de “soluções” é o “design thinking”. Sua aplicação permite buscar uma solução adequada para um problema, ou encontrar o “valor” da entrega, através de métodos e abordagens criativas para que se tenha uma visão do resultado a ser obtido. Fazon Filho (2016), cita ainda em seu artigo, que o passo inicial é a identificação mais próxima possível da necessidade a ser atendida.

A atividade de apreender o “valor”, de reconhecer uma necessidade, identificá-la e compreender o seu preceito, por outro lado, exige percepção, capacidade de abstrair.

O autor cita ainda, que a técnica de design thinking pode utilizar de vários métodos e técnicas na busca pelo “valor”. Os mapas mentais têm sido bastante utilizados recentemente; um dos mais conhecidos procedimentos para geração de ideias, o brainstorming; a criação de protótipos é também um passo importante para aprimorar a solução desejada, enfim, técnicas que envolvem participantes com o conhecimento do negócio, que possam contribuir com ideias para construir um modelo que represente os objetivos e as necessidades da organização.

Trata-se de uma atividade de abstração, conforme Georges (2010), cujo propósito é reconhecer as necessidades, os dados utilizados as funções executadas, as unidades organizacionais envolvidas e os processos relacionados.

Pode ser utilizado como procedimento metodológico a observação direta do fluxo de trabalho nas áreas onde os processos foram mapeados, e complementados com entrevistas ou reuniões com os responsáveis das áreas além de pesquisa documental nos registros que são utilizados para executar o processo de negócio.

De posse das informações coletadas na observação, entrevista e registros, os modelos de processos de negócio podem ser elaborados utilizando ferramentas

disponíveis, e estes serem submetidos à validação pelos stakeholders. (GEORGES, 2010), apud (Grabowski et al., 1996).

Existe uma técnica para o de processo para o desenvolvimento de atividades de modelagem de negócios, o BMW – Business Modeling Workflow utilizada no desenvolvimento da atividade de modelagem de negócio. A ergonomia organizacional incentiva a adoção de técnicas e métodos de trabalho que proporcionem melhores resultados, principalmente nos cenários do trabalho em grupo.

Segundo Monteiro e Vasconcelos (2016), os elementos essenciais que compõem o processo BMW visam facilitar o desenvolvimento do processo de modelagem e, consistem dos seguintes tópicos: apresentação do objetivo do processo; considerações para a definição da equipe de participantes para a realização dos trabalhos; disposição de templates que orientam as fases e as diretrizes relacionadas com a atividade de modelagem de negócio orientadas pelo BMW; uma sugestão de artefatos a serem construídos nesse fluxo; um conjunto de guias para orientação da construção dos modelos e a sua devida representação.

O objetivo do BMW é agilizar a comunicação e entendimento entre os desenvolvedores de software e os stakeholders, através da discussão para a elaboração dos modelos do negócio, em concordância com as recomendações

Finalmente, segundo Monteiro (2003), um dos elementos requeridos à realização da atividade de modelagem de negócio é a definição adequada da equipe de trabalho, observando nessa a participação de profissionais atualizados, criativos, incluindo os perfis desejados às especificações do sistema.

Cabe aqui portanto a inclusão de pessoas com experiência na área de ergonomia para ajudar na construção de uma especificação incluindo os aspectos desta disciplina. Em linhas gerais, o processo de modelagem sugere a necessidade de envolver diferentes papéis e habilidades dos participantes.

## APÊNDICE G – ESCOPO E ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO

### Definição do Escopo

O Escopo de um Projeto, independentemente de seu objetivo, é a descrição do trabalho necessário para entregar aquilo que foi pedido pelo cliente, seja um produto, serviço ou resultado. De acordo com Camargo (2021), o escopo do projeto é parte do planejamento que envolve a determinação e documentação de uma lista de objetivos específicos do projeto, entregas, tarefas, custos e prazos.

Segundo Medeiros (2011), o escopo do projeto é fundamental para auxiliar a tomada de decisões durante execução do projeto, ou seja, é um termo do gerenciamento com os objetivos já definidos e os requisitos necessários para completar um projeto.

A ergonomia organizacional considerando o aspecto da visão como macroergonomia, tem uma preocupação com as novas tecnologias e gerência das atividades, e como veremos a seguir, uma definição do escopo bem definida e orientada será fundamental para o alcance dos objetivos organizacionais pretendidos com o projeto (SOUZA, 1994).

É importante mencionar que nesse momento, lembramos ao ver em Wazlawick (2013), que, normalmente, ainda não foi feita uma análise de requisitos, portanto as informações contidas inicialmente no escopo são fruto de entendimentos prévios. Entende-se que a análise de requisitos que virá depois deverá aprofundar o escopo, portanto, o planejador de um projeto deve estabelecer quais são seus objetivos finais. O produto nem sempre é apenas o software funcionando; outros elementos costumam ser necessários e desejáveis.

Conforme o Guia PMBOK, onde afirma que: “definir o escopo é o processo de desenvolvimento de uma descrição detalhada do projeto e do produto, cujo principal benefício descrever os limites do projeto, serviços ou resultados, e os critérios para aceitação”, a ergonomia organizacional pode identificar inúmeros pontos nos quais pode colaborar, conforme veremos a seguir (PMBOK, 2017).

No artigo de Jordão, Pelegrini, Jordão e Jeunon (2015), é visto que, um projeto bem-sucedido seria aquele cujo escopo inicial foi cumprido, que foi no prazo estipulado e que teve os custos decorrentes da sua execução dentro do orçado.

Vamos neste capítulo da pesquisa, abordar a importância da definição bem elaborada do escopo de um projeto, e como a ergonomia pode intervir colaborando

com medidas que tragam melhores resultados. Podemos identificar a relevância desse tema ao observarmos no PMBOK (2017), onde cita que é no escopo que se define claramente o que está e o que não está incluído no projeto e se controla o que é adicionado ou removido ao longo do caminho, tratando os fatores que podem resultar em mudanças não previstas.

Sem a definição do escopo, portanto, não se pode estimar o custo e o tempo demandados pelo projeto (CAMARGO, 2021). Cabe aqui, importante ressaltar, ainda conforme visto em Medeiros (2011), que, em um estudo realizado pelo Standish Group Internatioanl, o “Chaos Report 2009”, apenas 32% dos projetos foram entregues no prazo e nas condições estabelecidas. Não só a definição, mas a gerência do escopo pode fazer um papel decisivo e veremos como a ergonomia pode ajudar nestes aspectos.

Nesse sentido, a gerência do escopo durante a execução do projeto, exige uma boa e clara comunicação, para garantir que os membros da equipe compreendam e estejam de acordo com a forma como serão cumpridas as metas preestabelecidas.

Cabe aqui novamente uma clara situação da atuação da ergonomia, pois em um cenário onde ocorre a falta de comunicação, o escopo deixa de ser atualizado em tempo, afetando diretamente os custos e perturba o cronograma, causando perda de recursos, tempo, e até o desgaste da motivação da equipe.

Na quadro 22 abaixo, estão evidenciados os itens mais relevantes relativo à questões da definição e gerenciamento do escopo do projeto, e as ações do ponto de vista da ergonomia.

Quadro 22 – Importância do Escopo do Projeto

Atividade do projeto	Ação ergonômica
Importância da definição do escopo do projeto;	Cultura organizacional;
Processo de definição do escopo;	Interesses organizacionais;
Identificação dos participantes;	Gerencia de recursos humanos;
Envolvimento das equipes;	Trabalho cooperativo;
Gerenciamento do escopo;	Métodos de Trabalho;
Troca de informações;	Métodos de Trabalho;
Elaborar a EAP;	Métodos de Trabalho; Trabalho em equipe;
Importância da EAP;	Cultura organizacional;

Mudanças no escopo; Motivação da equipe;	Métodos de Trabalho;
Elaboração de documentos;	Métodos de Trabalho;

Fonte: o autor (2021)

Uma vez evidentes as vantagens de uma boa definição de escopo de um projeto, podemos identificar a necessidade de relevar esse aspecto na cultura organizacional. Como já exemplificado antes nessa pesquisa, determinados aspectos impactantes nos objetivos da organização devem ser levados em conta em sua cultura, para que se torne algo natural a ser abordado.

A definição da estrutura analítica do projeto, apresenta algumas vantagens que, em todas podemos identificar relação com premissas da ergonomia organizacional, cujos especialista em parceria com as equipes de TI, implica em boas chances de obter ótimos resultados.

Outro ponto importante de destaque está no gerenciamento do escopo, etapa importante, segundo o PMBOK (2017), onde a ergonomia pode atuar ao selecionar as pessoas adequadas, e promover processo de treinamento em gerencia de projetos.

## APÊNDICE H – LEVANTAMENTO E GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

### **Definir a equipe que vai gerenciar o levantamento de requisitos**

Após um estudo inicial de viabilidade, a próxima etapa do processo de engenharia de requisitos é a denominada elicitação e análise de requisitos. De acordo com Sommerville (2011), nessa atividade, os engenheiros de software interagem com clientes e usuários finais do sistema para obter informações sobre as necessidades da aplicação, os serviços que o sistema deve oferecer, os recursos necessários, limitações e especificações de hardware e assim por diante.

A definição da equipe é um ponto crucial nessa atividade, pois em função de fatores técnicos, como conhecimento e experiência – *hard skills*, como habilidades de comunicação, aspectos cognitivos na percepção das necessidades do cliente – *soft skills* e podem envolver diversos tipos de pessoas em uma organização. A ergonomia cognitiva pode influenciar neste aspecto, abordando aspectos da relação humana. (OLLÄY e KANAZAWA, 2020).

Os requisitos levantados nessa etapa inicial vão refletir na funcionalidade do sistema, sendo portanto, fundamental as definições realizadas serem consistentes e válidas. A figura do stakeholder é que tem alguma influência a nível de definições sobre os requisitos do sistema. No grupo dos stakeholders estão incluídos usuários, que irão interagir com o sistema, cujas características finais fará que qualquer outra pessoa em uma organização seja impactada por ele. (SUMMERVILLE, 2011).

A questão da participação do usuário nesta etapa é de extrema importância, apoiada pela ergonomia de software com o conceito *user experience*, contando com a experiência dos usuários no processo para indicar as necessidades do sistema para apoiá-lo quando pronto (HARTSON E PYLA, 2012).

Ainda segundo Sommerville (2011), outros stakeholders do sistema podem ser os engenheiros que estão desenvolvendo outros sistemas relacionados a esse, como também gerentes de negócios, e consultores de sistemas, ação apoiada pela ergonomia organizacional, coma contratação de especialistas.

Importante a observação de Nielsen (1993), que como parte das ações para um levantamento de requisitos com bons resultados, esteja incluir na equipe usuários experientes, porém, o conceito de "usuário" deve ser definido para incluir todos cujo trabalho é impactado pelo sistema de alguma forma, incluindo os usuários do produto

final, podendo ou não serem usuários diretos do sistema, mas clientes dos produtos por ele gerados.

Também devem ser fortemente consideradas as habilidades de abstração, dos participantes no processo de elicitação dos requisitos, como método facilitador para compreensão do que o usuário necessita, mas ao mesmo tempo com a visão do realismo do que pode ou não ser considerado requisito “viável”. A questão multidisciplinar volta aqui a ser considerada, pois são necessários nesse caso conhecimento e habilidades (MARTINS, 2019).

### **Definir os requisitos funcionais**

Requisitos funcionais. Corresponde à especificação do que o sistema deve realizar, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em determinadas situações. (NOGUEIRA, 2003)

Os requisitos funcionais de um sistema descrevem, em outras palavras, o que ele deve fazer, e serão influenciados pelos seus possíveis usuários e da abordagem geral adotada pela organização na sua escrita. Quando expressos como requisitos de usuário, os requisitos funcionais são normalmente descritos de maneira informal, descritiva, para serem compreendidos pelos usuários do sistema (SUMMERVILLE, 2011).

A especificação dos requisitos funcionais de um sistema deve ser completa e consistente necessitando assim ser feita em etapas, com processos de revisões e validações, incluindo a participação de especialistas em ergonomia de software para adaptar o necessário para permitir boa usabilidade (SCHNEIDER, 2014)

O processo como um todo, no tocante ao parecer de um especialista, e à adequação de processos, pode ser apoiado pela ergonomia organizacional, com especial atenção ao trabalho realizado em grupo.

### **Definir os requisitos não funcionais**

Requisitos não funcionais. São os requisitos que não estão diretamente relacionados ao objetivo do sistema, mas ao uso da aplicação em si, considerando aspectos como desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, manutenção e tecnologias necessárias. Representam a forma de como as funcionalidades serão entregues ao usuário (SUMMERVILLE, 2011).

Cabe aqui citar a importância de, no momento da especificação dos requisitos, definir os critérios a serem utilizados para garantir uma boa usabilidade, como a exemplo das Heurísticas de Nielsen, discutidas mais adiante (NIELSEN, 1993). Uma especial atenção deve ser dada a este tema, incluindo a participação de especialistas e um planejamento sistemático das ações a realizar (PRANDINI, 2020).

Ainda no cenário dos requisitos não funcionais, seria incluir nos requisitos, características e restrições sobre a implementação do sistema, como as capacidades dos dispositivos de E/S ou integração de dados usadas nas interfaces com outros sistemas, recursos para backup.

Neste contexto, a ergonomia organizacional novamente atua a nível de gestão, com ações para indicar a necessidade de modernização; mudança na tecnologia; no sentido de evidenciar os critérios a adotar nas especificações quanto a segurança da informação, através de recurso de hardware, software e procedimentos referenciados às boas práticas em tecnologia da informação (CORREIA; SILVEIRA, 2009).

### **Observar as heurísticas de Nielsen para compor os requisitos**

Durante a modelagem das atividades, são definidas as metas em termos de requisito de usabilidade de cada uma. Esses requisitos também podem ser definidos a nível de sistema, como o requisito de satisfação do cliente, presente em todos os cenários.

Uma das formas de obter a qualidade do produto de software, segundo Oliveira (2013), é realizar o seu desenvolvimento baseado em modelos que descrevem os processos do negócio, considerando a compreensão do ambiente organizacional como parte relevante para a elicitación de requisitos.

Oliveira (2013), afirma ainda que, o uso de modelos que descrevem os processos de negócios e o contexto de uma organização, tendem a agregar benefícios para o desenvolvimento de software, tais como: os requisitos passam a refletir as necessidades do negócio; o desenvolvimento do software passa a ser guiado pela necessidade do negócio. Esse aspecto se considerado vai refletir positivamente na validação dos requisitos junto aos stakeholders (BASHAR; EASTERBROOK, 2000).

De acordo com Macedo (2017), ao pensar em design digital, como uma tela de um sistema, é comum sempre associa-lo ao aspecto da estética, e um enfoque que muitos não reconhecem é o fato do design também ter como objetivo disponibilizar a funcionalidade pretendida, e a compatibilização dos dois requisitos certamente vai

promover uma experiência positiva e facilitar o trabalho do usuário. Aqui entram em cena as heurísticas de Nielsen, que colaboram nessas otimizações (NIELSEN, 1993).

Algumas abordagens de elicitação de requisitos propõem utilizar os modelos de processos de negócios para identificar as funcionalidades que um software deve possuir. O contexto dos processos de negócio pode ser importante fonte de requisitos. Já modelagem de processos de negócio reflete o contexto onde os processos são executados. Em Oliveira et al. (2013), se observa a utilização de técnicas onde se utilizam heurísticas para apoiar a obtenção de requisitos a partir dos modelos abordados. Em outras palavras, as heurísticas guiam o analista na identificação dos requisitos, baseando-se nos propósitos dos componentes dos modelos.

Focando no design de interfaces digitais, é interessante pensar que o artefato a ser construído será a forma de comunicação entre um ser humano e uma máquina. Se as interfaces forem mal projetadas essa comunicação será falha, gerando insegurança e possível estresse para o usuário. Uma interface planejada apenas pelo lado visual sem seguir determinados critérios, dificilmente irá orientá-lo a realizar suas ações de forma eficiente (MACEDO, 2017).

Dessa maneira, é imprescindível que o design em sua totalidade seja considerado antes, durante e depois do desenvolvimento de um projeto, guiando de forma clara para o usuário sobre suas tarefas. Para conseguir atingir esse objetivo, segundo Macedo (2017), Jakob Nielsen, um cientista da computação com renome em usabilidade, desenvolveu alguns princípios gerais de avaliação para o “Design de Interface do Usuário”, as chamadas “Dez Heurísticas de Nielsen”.

Para tornar o uso dos computadores uma tarefa mais agradável, muitos estudos na área de usabilidade foram realizados. As Dez Heurísticas de Nielsen é um dos mais conhecidos. Em Nielsen (1994), são apresentadas:

Visibilidade de qual estado estamos no sistema; correspondência entre o sistema e o mundo real; liberdade de controle fácil pro usuário; consistência e padrões; prevenções de erros; reconhecimento em vez de memorização; flexibilidade e eficiência de uso; estética e design minimalista; ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros; ajuda e documentação.

Conforme visto na fundamentação teórica, as Heurísticas de Nielsen visam obter diversos ganhos em termos de usabilidade e de redução da carga cognitiva dos usuários.

Em Macedo (2017), é citada “a capacidade heurística é uma característica humana para descobrir ou resolver problemas a partir da experiência prática, da observação e da criatividade”.

Mesmo os melhores designers produzem produtos de sucesso apenas se seus designs resolverem os problemas certos. Uma interface maravilhosa para os recursos errados, certamente falhará. (Jakob Nielsen)

### **Definir considerações de qualidade a serem observadas**

Existe uma tendência a pensar que a qualidade de software pode ser alcançada por meio de processos prescritivos, baseados em padrões organizacionais e procedimentos de qualidade associados, que garantam que esses padrões serão seguidos pela equipe de desenvolvimento de software. O argumento que os padrões que incorporam as boas práticas de engenharia de software e que as seguir levará a produtos de alta qualidade, na prática, verifica-se que existe muito mais no gerenciamento de qualidade do que apenas padrões a adotar (SUMMERVILLE, 2011).

Embora certificações, padrões e processos sejam importantes, os gerentes de qualidade também devem ter como objetivo desenvolver uma “cultura de qualidade” engajando todos os responsáveis pelo desenvolvimento de software na missão de alcançar um alto nível de qualidade de produto.

A abordagem da qualidade na elicitação e revisão dos requisitos é uma ação no sentido de ressaltar o pressuposto da organização, quando observados os aspectos da cultura organizacional, onde figura “a qualidade em todos os processos”, como uma ação corriqueira ser desenvolvida naturalmente pelos integrantes da equipe. Daí a importância da ergonomia, no sentido de consolidar esses conceitos, que em determinadas circunstâncias envolvem normas e requisitos a serem observados (RAMOS, SOUZA e WEHRLE, 2016).

O desenvolvimento de uma cultura organizacional inovadora é certamente um dos maiores desafios que a organização pode enfrentar, pois trata de uma complexa rede de comportamentos e artefatos (RAMOS, SOUZA e WEHRLE, 2016)

Os planos de qualidade, desenvolvidos como parte do processo geral de planejamento de projeto, devem ser simplificados e objetivos. Se o plano for muito extenso, as pessoas não o lerão, e isso reduz o propósito de se produzir o plano de qualidade (CORDEIRO, 2008).

Através de programas da qualidade inseridos no contexto pela ergonomia organizacional, as equipes devem ser incentivadas a assumir responsabilidade pela qualidade de seu trabalho e a desenvolverem procedimentos para a melhoria de qualidade (JAZANI; MOUSAVI, 2014).

Apesar de determinados conceitos e orientações serem utilizados como referência para critérios de qualidade, os bons gerentes de qualidade reconhecem haver aspectos intangíveis para a qualidade de software - como aparência - que não podem ser incorporados em padrões (SUMMERVILLE, 2011).

### **Definir critérios de qualidade a serem observados na etapa de levantamento de requisitos**

Revisões e inspeções são atividades de controle de qualidade que verificam a qualidade dos artefatos a serem entregues de projeto. Isso envolve analisar o software, sua documentação e os registros do processo para descobrir erros e omissões e verificar se os padrões de qualidade estabelecidos foram seguidos. Conforme Summerville (2011), revisões e inspeções são usadas junto com os testes de programa, como parte do processo geral de validação e verificação de software.

Sotello Júnior (2021), define os atributos de qualidade como a descrição das funcionalidades dos sistemas através da descrição das especificações de qualidade do produto, que sejam importantes para o cliente e para o desenvolvedor.

De forma análoga, Parreira Júnior (2013), afirma que a qualidade de um software se refere não só a padrões de desenvolvimento, mas também garantir que o produto final satisfaça as expectativas do cliente, dentro daquilo que foi definido.

Conformidade a requisitos funcionais e de desempenho explicitamente declarados, a padrões de desenvolvimento claramente documentados e a características implícitas que são esperadas de todos software profissionalmente desenvolvido (PRESSMAN, 2016).

Em todas as fases do processo de desenvolvimento de um software acontecem defeitos e imprevistos, eles são causados geralmente por inúmeros fatores técnicos e humanos, como erros lógicos, de interpretação, desconhecimento de técnicas, falta de atenção, de motivação, falta de requisitos detalhados, e em especial o aspecto cognitivo (SILVA et al., 2017).

Sabendo disso, como citado em Parreira Júnior (2013), podemos afirmar que a garantia de qualidade é um tema que deve ser trabalhado durante todo o processo de

desenvolvimento do projeto ou produto. O tema abordando defeitos, falhas e erro humano é discutido no capítulo sobre a interface homem computador.

Neste contexto, a ergonomia foca aspectos organizacionais, no âmbito de treinamento, qualificação e recursos humanos, assim como aspectos cognitivos como memória e percepção, vistos em Martins (2019).

O gerenciamento da qualidade é particularmente importante, para as equipes que estão desenvolvendo sistemas com um longo prazo para conclusão. A documentação de qualidade é um registro do que está sendo feito por cada equipe no projeto, auxiliando aos desenvolvedores a acompanharem se tarefas importantes não foram esquecidas ou se ocorreu algum conflito entre o trabalho com os demais grupos (VIDOLIN, 2018).

Pode ser considerada também um processo de formalização, outro aspecto que pode a ser apoiado pela ergonomia organizacional, principalmente através de documentos escritos, das metodologias de desenvolvimento e implantação estabelecidas. Portanto, nesta situação têm-se, basicamente os planos de ação ou planos operacionais (OLIVEIRA, 2013).

Pressman (2016), destaca “a necessidade de conformidade aos requisitos funcionais, aos padrões de desenvolvimento claramente documentados e a características implícitas que são esperadas de todo software profissionalmente desenvolvido”.

A documentação de qualidade também é um meio de comunicação durante a vida útil de um sistema, permitindo que os grupos responsáveis pela evolução de sistema possam rastrear os testes e as verificações implementadas pela equipe de desenvolvimento (SUMMERVILLE, 2011).

A implantação de um programa da qualidade, caso a organização não o tenha, é um aspecto ser considerado fortemente nos requisitos, porém os impactos provocados devem ser evidenciados, considerados os prazos e recursos a empregar, para validar dados consistentes para a análise de viabilidade (TAIT e DELARIZZA, 1998).

### **Gerenciar os requisitos**

Os requisitos para sistemas de software estão sempre mudando, de acordo com Sommerville (2011), pois é muito difícil prever totalmente o que o sistema vai

necessitar, portanto é comum que os requisitos de software estejam incompletos antes do início do desenvolvimento, por uma série de fatores.

Durante o processo de software, de forma similar, segundo Pressman (2016), o entendimento dos stakeholders a respeito das necessidades do software estarem em constante mudança, também devem ser consideradas. Assim, conforme ainda observado pelo autor, é necessário monitorar os requisitos, e uma vez que os sistemas são elaborados por etapas, é relativamente fácil acompanhar o desenvolvimento observando os requisitos pré-estabelecidos e atualizando quando necessário.

### **Gerenciar os requisitos especificados do ponto de vista das necessidades da organização**

Em projetos de desenvolvimento de sistemas e software, a atividade de gerenciamento é uma etapa fundamental neste processo. E, dada a sua relevância no processo de software, especificamente o gerenciamento dos requisitos deve ser levado em consideração, pois, os requisitos são a base de um sistema, ou seja, um ponto de partida para que as ações dos sistemas possam ser implementadas (MENDES; COSTA; LORENZO, 2015).

O gerenciamento de requisitos de software, requer uma atenção especial, uma vez que, através gerenciamento do requisito é possível acompanhar todo o caminho realizado pelo mesmo, ou seja, acompanhar todo o ciclo de vida do software, passando todas fases do processo do projeto até uma possível manutenção no futuro (PRESSMAN, 2016).

Outro ponto muito importante que deve ser levado em consideração no gerenciamento de requisitos é que, este processo auxilia a todos da equipe do desenvolvimento na identificação das atividades que afetaram de determinados requisitos, seu controle e rastreamento (MENDES; COSTA; LORENZO, 2015).

O gerenciamento de requisitos é o processo de compreensão e controle das mudanças nos requisitos do sistema. É necessário manter atualizadas as necessidades individuais e manter as ligações entre essas necessidades relacionadas entre si, para conseguir avaliar o impacto das mudanças nos requisitos (causa e efeito). Essa necessidade de rastreabilidade de requisitos é vista em Silva (2011), onde evidencia que fornece suporte para auditoria de cada atividade no processo de desenvolvimento e manutenção, e seu emprego de forma adequada permite a visão do “o que” e do “porquê” de a atividade estar sendo realizada.

Ao observarmos os pressupostos de Martins (2019), podemos aplicar os conceitos no contexto, pois o gerenciamento de requisitos é uma atividade que requer critérios em termos de documentação e procedimentos e habilidades do ponto de vista da interação humana e capacidade cognitiva, as soft skills, no sentido de captar as opiniões e interpretações das equipes, e finalmente estabelecer “o link”, a conexão, com a equipe de desenvolvimento quando necessário.

Já a ergonomia organizacional, faz outra abordagem, ainda no tocante ao trabalho em grupo, focando métodos de trabalho, onde pode apoiar o procedimento para estabelecer um processo formal, com alguns critérios a adotar, para garantir melhores resultados para a gestão dos requisitos, que deve começar assim que uma versão preliminar do documento de requisitos estiver disponível.

Existem diversas formas de se entender o usuário e o mais comentado hoje é o processo de design thinking. Gruber, Vergara e Fialho (2017) apresentam como um método de promover a inovação a partir da imersão no ambiente do usuário, na tentativa de explorar alternativas de design para um projeto, a partir da compreensão das atividades do usuário (AUAD, 2017).

Afirmam Azevedo Júnior e Parreira Júnior (2015) que a “Engenharia de Requisitos” é base para o desenvolvimento de software, ela pode ser considerada como um pré-requisito para obtenção de sucesso. Se um projeto começar de forma errada, significará que todo o seu desenvolvimento estará comprometido

## APÊNDICE I – VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS

Existe ainda uma série de técnicas de validação de requisitos que podem ser usadas nesse processo: Os requisitos são analisados sistematicamente por uma equipe de revisores que verifica erros e inconsistências; elaboração de protótipos, na qual um modelo executável do sistema em questão é demonstrado para os usuários finais e clientes. Finalmente, os requisitos devem ser testados com recursos previstos na concepção do sistema, como parte do processo de validação. (SWEBOK, 2014).

O conceito de protótipos, Oliveira (2017), é bastante aplicado no sentido de validar um produto ou sistema, através da elaboração de modelos representativos do “real”, possibilitando uma avaliação do artefato como de fato será, com benefícios para o usuário e o desenvolvedor. Normalmente nesta técnica aspectos às vezes não previstos são detectados, sendo assim ferramenta de grande valia (DIAS, 2012).

### **A importância de validar os requisitos**

Gestão de requisitos é um conjunto de atividades que auxilia a equipe de projeto identificar, controlar e rastrear requisitos e modificações de requisitos em qualquer época, à medida que o projeto prossegue (PRESSMAN, 2016).

Em Dourado (2014), foi visto que como o levantamento de requisitos de sistema é uma tarefa extremamente complexa e subjetiva, ele precisa ser realizado não apenas com as técnicas existentes e adequadas a cada etapa do projeto, mas também deve considerar um grande foco sobre as características humanas desta atividade, pois as maiores dificuldades, tanto dos usuários quanto dos analistas, estão na compreensão e expressão clara e precisa dos requisitos.

O aspecto da percepção, fator cognitivo do ser humano é de fundamental importância nesse momento, pois reflete a capacidade de compreensão do contexto apresentado pelo usuário.

Durante de análise dos requisitos, é necessário que esta etapa contemple a descoberta de conflitos, sobreposições e inconsistências relativo aos requisitos definidos para o sistema, e caso existam, ou possam ser corrigidos ou atualizados (TRAN, 2019).

Essa atividade requer negociação com os stakeholders pode ser impactada por diversos fatores, como a discordância entre opiniões, por alguns dos stakeholders responsáveis pelos requisitos originais, ou ainda por falhas no registro por ocasião da

documentação. Importante aqui a ergonomia organizacional com métodos de trabalho e os soft skills, com a habilidade de negociação (PENHAKI, 2019).

Este aspecto releva o fato da necessidade que a documentação seja o mais claro e comentada possível, facilitando a interpretação por quem quer que a verifique, relevando aqui os aspectos cognitivos de quem documenta e quem lê a descrição dos requisitos (KOURI, 2007).

Pressman (2016), colabora em afirmar, que uma revisão do documento de especificações de requisitos é fundamental para garantir que os stakeholders tenham a mesma percepção do sistema, ficando mais clara a discussão para os participantes, evitando transtornos nas etapas seguintes.

### **A importância de validar os requisitos com os stakeholders**

De acordo com visto em Motta (2016), é fundamental considerar que no processo de levantamento de requisitos, os participantes possam ter diferentes pontos de vista e expectativas relativas aos resultados. Isso torna difícil para os stakeholders articularem as opiniões relativas ao projeto.

Esse problema pode ser minimizado com iniciativas dos soft skills e sua equipe para trabalho em grupo considerando os modelos mentais (HARTSON; PYLA, 2012), onde diferentes ideias podem levar a um melhor entendimento sobre o domínio do problema em questão (KOURI, 2007).

Como visto em Nuseibeh e Steve (2000), a validação de requisitos é uma tarefa complexa, isso devido a razões de natureza interpretativa, no que diz respeito a questões abstratas, “do que é verdade” e “do que é conhecido”, (MARTINS, 2019) e razões sociais, nas quais diz respeito à dificuldade de entrar em consenso nos pontos conflitantes, cabendo aqui novamente à necessidade da atenção na questão dos aspectos humanos em mediação e negociação de conflitos, abordada pela ergonomia (TRAN, 2019).

Um dos fatores que podem facilitar a negociação, está num claro e compreensível registro nos requisitos. Segundo o SWEBOK (2014), uma forma de contornar essas dificuldades no tocante à identificação dos requisitos está na participação do cliente, mais especificamente do usuário (HARTSON; PYLA, 2012), na especificação e como parte da equipe de validação, pois segundo o autor, o cliente é quem realmente conhece o problema e é ele quem deve avaliar se a clareza com que especificação do requisito foi escrita e que está realmente descreva o seu

problema. A ergonomia considera fortemente a participação do usuário nos processos de desenvolvimento (NIELSEN, 1993).

Em Nogueira (2003), podemos observar aspectos cognitivos, onde a limitação da memória de curto prazo representa impacto ao desenvolvimento de programas de computador por ser difícil lidar com tantos elementos de informação ao mesmo tempo, realizando uma série de registros com dados que deverão ser interpretadas e utilizadas posteriormente a ponto de realizarem as várias conexões existentes entre os componentes de um sistema de software.

A abordagem da ciência cognitiva ao desenvolvimento de sistemas enfoca como a equipe representa o conhecimento, a informação e de como as estruturas dos programas são elaboradas a partir do momento que tal conhecimento é aplicado no desenvolvimento de software.

A ergonomia cognitiva é o estudo das habilidades de resolução de problemas, análise e interpretações de informações e aspectos relativos à influência dos fatores humanos. Desenvolver sistemas, é uma atividade bastante exigente em termos de recursos informacionais, constituindo um contexto em que muita informação precisa ser tratada em curto espaço de tempo, demandando esforço da capacidade de memorização do indivíduo (SOUZA; VALENTIM; ÁVILA, 2018).

Ainda no âmbito do fator humano associado a questões de interpretação, essa perspectiva confirma a constatação de Davenport e Prusak (1998), de que o emprego da tecnologia não é suficiente para um uso eficaz da informação, mas é importante considerar os fatores humanos envolvidos e o ambiente informacional da organização.

Os processos de aquisição, do processamento e recuperação de conhecimentos constituem e dão suporte às competências dos indivíduos. O que precisamos compreender são as estratégias que o indivíduo utiliza para um determinado contexto e como vai armazenando informações do seu entorno a cada momento (GONÇALVES, 2009).

Concluindo, podemos detectar que a dificuldade de compreender e especificar requisitos em diferentes níveis de abstração vai defrontar com a nossa capacidade cognitiva de adquirir o conhecimento para criar soluções de software e ao mesmo tempo obter a unanimidade das ideias na equipe cabe aqui a os aspectos cognitivos cotados por Martins (2019), e as habilidades dos soft skills abordada no artigo de Sgobbi e Zanquim, (2020).

Esta visão concorda também com o fato exposto por Salovaara e Tuunainen (2013), de que os projetos de software são comumente executados em equipes auto organizadas, denotando que cada membro executa um papel específico e, ao mesmo tempo, colabora com a coesão do grupo e com o sucesso do projeto de software como um todo, sendo necessário o entendimento para lidar com as diferenças.

Finalmente, citando uma afirmação de Sommerville (2011), o “sucesso ou fracasso do levantamento de requisitos vai atuar fortemente no sucesso ou fracasso de todo o projeto”, reforçando aqui a necessidade de ações de uma forma ampla, no sentido de investir esforços em um âmbito multidisciplinar para garantir uma especificação adequada.

O estudo da ergonomia cognitiva e sua aplicação juntamente com a implementação da engenharia de requisitos, são fatores para contribuir fortemente com o sucesso no projeto de sistemas, em função do apoio às questões da percepção e entendimento das necessidades do usuário (SOUZA; VALENTIM; ÁVILA, 2018).

A validação dos requisitos, portanto é a etapa final do processo, onde é fundamental a participação de todos os envolvidos. Conforme visto, nessa etapa os requisitos que servirão de base para todo o processo de desenvolvimento serão analisados, discutidos e revisados, conforme a necessidade, onde atuarão os stakeholders, com a participação efetiva dos usuários do sistema.

Será fundamental nesta etapa membros da equipe com habilidades de perceber a realidade dos requisitos apresentados, do ponto de vista técnico, operacional, de condições de prazo para implementar, enfim dos requisitos serem viáveis à circunstância do projeto. Envolve também a necessidade de pessoas com habilidade de negociação, de influência nas decisões para que estejam de acordo com os objetivos da organização. O quadro a seguir apresentados tópicos mais relevantes observados e a ações ergonômicas correspondentes.

Quadro 23 – Validação dos Requisitos

Atividade do projeto	Olhar ou ação ergonômica
Importância da validação;	Necessidade de modernização; Cultura organizacional;
Importância da validação com os stakeholders;	Equipe adequada; Participação do usuário;

Entendimento dos requisitos;	Percepção, Abstração;
Processo de validação;	Equipe adequada; O parecer de um especialista; Participação do usuário; Negociação; Trabalho cooperativo; Habilidades de comunicação; Olhar da ergonomia informacional. Linguagem, clareza, colóquio, confirmação, significado
Documentação para equipe de desenvolvedores;	Métodos de trabalho; Trabalho cooperativo; Viabilidade e interação processual Habilidades de comunicação; Adaptabilidade e parametrização Qualidade;

Fonte: o autor (2021)

Ressaltada aqui a importância dos cuidados na execução do processo de revisão dos requisitos, pois falhas ocorridas aqui vão repercutir em todo o andamento do processo de desenvolvimento. Representará prejuízos nas etapas seguintes, com necessidade de alterações e mudanças no cronograma, fundamental portanto os stakeholders e usuários participarem nesse processo.

Será importante a capacidade de abstração, para perceber a “realidade” dos requisitos propostos, além do conhecimento técnico – de desenvolvimento e operacional – para sua realização. Pontos críticos do apoio da ergonomia aqui seriam a negociação, a capacidade de percepção e o trabalho cooperativo.

## APÊNDICE J – FERRAMENTA DE MODELAGEM UML

### A linguagem UML

A UML (Unified Modeling Language) foi desenvolvida por Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, onde a junção dos pontos fortes das abordagens dos três autores, e adicionando novos conceitos e visões, permitiram criar esta linguagem para construção de modelos.

Ao conceber uma linguagem para uso em análise e design orientado a objetos, conforme apresentado em Cunha (2011), foram levados em conta fatores como: se a linguagem deve abranger especificação de requisitos; se a linguagem deve ser suficiente para permitir a programação visual; Por outro lado foi necessário encontrar um equilíbrio entre a simplicidade e ser facilmente compreensível por quem a observar.

De acordo com Azevedo Jr. (2003), a UML foi adotada pela OMG (Object Management Group) em 1997 como linguagem padrão para a modelagem de sistemas orientados a objeto. Ela é uma linguagem para especificação, visualização, construção, e documentação de artefatos de sistemas de software, podendo ser aplicada para modelagem de negócios e outros sistemas. Ela representa uma coleção das melhores práticas de engenharia que provaram sucesso na modelagem de sistemas grandes e complexos.

A ergonomia organizacional, nesse contexto, dá apoio ao uso de tecnologias que permitam agregar valor aos trabalhos realizados pelas equipes de projeto e desenvolvimento, no sentido de cumprir os objetivos da organização (CORREIA e SILVEIRA, 2009), sendo a UML uma linguagem muito expressiva, e popular, abrangendo todas as visões necessárias ao desenvolvimento e implantação de sistemas de software em geral.

### UML como ferramenta de modelagem

Considerada um padrão da linguagem de desenvolvimento orientado a objetos para visualização, especificação, construção e documentação de sistemas, a UML pode ser usada com todos os tipos de processos, em todo o ciclo do desenvolvimento do software, além de oferecer algumas vantagens, segundo Sommerville (2011), como quando da necessidade de mudanças.

Esta linguagem é uma maneira de padronizar a modelagem orientada a objetos, pois antes da sua elaboração, existiam diversos padrões para se criar modelos de software, o que dificultava a elaboração de software por equipes que utilizassem padrões diferentes.

Uma outra vantagem em sua utilização está no fato de pode abranger várias características de um sistema em seus diagramas, sendo aplicada nas diferentes atividades do desenvolvimento de software, desde a especificação de requisitos até a implementação e os testes.

A modelagem de sistema utilizando a linguagem UML, representa o sistema com algum tipo de notação gráfica, que, atualmente, quase sempre é baseada em representação gráfica, ou notações. Em Pressman (2016), é visto que os modelos são usados durante o processo de engenharia de requisitos para ajudar a extrair os requisitos do sistema; durante o processo de projeto, são usados para descrever o sistema para os engenheiros que o implementam; e, após isso, são usados para documentar a estrutura e a operação do sistema.

Conforme visto em Azevedo Jr (2003), os principais objetivos na definição da UML são:

1. Prover aos usuários uma linguagem de modelagem visual de forma que eles pudessem desenvolver e trocar modelos;
2. Prover mecanismos de extensão e especialização para estender o centro dos conceitos;
3. Ser independente de uma linguagem de programação específica e de processos de desenvolvimento;
4. Prover uma base formal para o entendimento da linguagem de modelagem;
5. Incentivar o crescimento de ferramentas de orientação a objeto no mercado;
6. Suportar desenvolvimento de conceitos de alto nível como colaboração, arquiteturas de referência, padrões e componentes;
7. Integrar as melhores práticas.

A linguagem UML, abordada por diversos autores é citada aqui como um exemplo de tecnologia, ou ferramenta a ser adotada para facilitar o trabalho a ser realizado pelos desenvolvedores, permitindo resultados compreendidos de forma

mais clara, poupando o esforço cognitivo e reduzindo o impacto com longos prazos no cumprimento das atividades.

Esse tipo de ação, como método de trabalho e uso de tecnologias, é abordado pela ergonomia organizacional, deve ser incentivada como forma de obtenção de melhores resultados para atender os interesses da organização (CORREIA e SILVEIRA, 2009).

## **APÊNDICE K – INTERFACES COM O USUÁRIO**

### **Definição de interfaces com usuário**

Com a disponibilidade de maior capacidade de processamento dos computadores, surgiu a possibilidade de realizar tarefas mais complexas, significando Interfaces Homem Computador (IHC) contendo um maior volume de informação, além desse fato, a evolução do hardware das respectivas interfaces, tem apresentado maior resolução e dimensões, possibilitando um grande agrupamento de informações com clareza (SALIBA JÚNIOR, 2018).

### **Definição de Interface Homem Computador – IHC**

O software ergonômico de acordo com Cybis, Betiol e Faust (2015), deve respeitar a capacidade de trabalho perceptivo e cognitivo do usuário, tanto para entradas e saídas individuais quanto para conjuntos de entradas, onde a carga de trabalho diz respeito a todos os elementos da interface que têm um papel importante no aumento da eficiência do diálogo.

Por outro lado, afirma Oliveira (2015), é visto que um dos grandes desafios da área é projetar interfaces que atendam às diferentes habilidades perceptivas, cognitivas, e motoras, dos usuários; e ao mesmo tempo, os mais variados tipos de atividades.

A ergonomia, como disciplina, se vale dos conhecimentos sobre o homem no trabalho, com o objetivo de definir diretrizes para concepção de produtos, e avaliar se podem ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência, onde se aplica o método da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Considerando a lógica de funcionamento, concebida pelos projetistas, e a lógica de utilização, que é aquela observada pelos usuários a partir das manifestações visíveis na utilização desses sistemas, a AET propõe o uso de técnicas de coleta através de entrevistas e questionários centrados na atividade e de técnicas empíricas observação daquilo que realmente acontece no trabalho para a análise das tarefas dos usuários (CYBIS, PIMENTA, SILVEIRA E GAMEZ, 1998).

As informações recolhidas são, segundo Cybis et al. (1998), representadas através de modelos de tarefas, que descrevem o que um usuário faz quando realiza tais tarefas e, em alguns casos, como ele as realiza, com o objetivo de levantar informações para subsidiar a construção de sistemas que suportem de maneira efetiva

e satisfatória as tarefas do usuário, considerando alguns princípios ergonômicos para o processo de construção de sistemas, abordados mais adiante.

Uma boa interface, afirma ainda Saliba (2018), deve conduzir de forma natural à realização da tarefa, sem que o usuário precise pensar na utilização do software.

Neste apêndice, vamos abordar um ponto importante na interação entre o homem e o computador, que é sua interface com o sistema, sobre a interação do usuário com a IHC e a realização das tarefas. Serão abordados os aspectos ergonômicos a serem considerados na elaboração do software de uma boa IHC.

A ergonomia mostra-se habilitada a enfrentar os problemas e propor soluções lógicas para o desenvolvimento de software interativo que sejam adaptados a seus usuários e adequados a suas tarefas. Esta disciplina tem tido um papel importante no apoio às orientações e especificações para o desenvolvimento de sistemas complexos, como os de controle de centrais nucleares e do tráfego aéreo, onde o caráter crítico exige mínimos níveis de erros e uma máxima eficiência na interação com o operador (CYBIS et al., 1998).

Uma enorme variedade de tipos de sistemas implica na necessidade de um critério para avaliar como definir as intervenções e as características a adotar em cada caso, como sugere Ferreira (2014), na realização da AET.

Além da questão da variedade de tipos de sistemas, existe o fato de que um mesmo software pode ser percebido pelos utilizadores de maneiras diferentes, em função do contexto do uso, e de capacidade cognitiva no momento da utilização. Assim como fatores psicológicos e fisiológicos também compõem o contexto de uso, como: motivação; nível de atenção; agilidade e cansaço, (SALIBA, 2018).

Os trabalhos de pesquisa convergem para uma ideia comum, de acordo com Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998): a concepção de sistemas interativos mais eficientes e com boa usabilidade, depende do conhecimento das tarefas que as pessoas realizam e da aplicação deste conhecimento no processo de concepção de sistemas.

Outro aspecto a considerar ressalta Freitas (2015), ao estabelecer os aspectos da interação entre o usuário e o computador e ao compreender os conceitos e particularidades envolvidos, será mais fácil projetar a interface. O design de uma interface homem computador, segundo o autor, envolve diretamente algumas das áreas relacionadas: Psicologia; Sociologia; Ergonomia; Sistemas de informação; Ciências da computação; Engenharia da Computação; Design gráfico; Designers de

interação; Arquitetos de Informação; Web Designers; Engenheiros de Usabilidade, ou seja uma grande variedade de considerações e características devem ser consideradas.

O aspecto da consideração multidisciplinar no projeto de uma IHM também é evidenciado em Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), onde ressalta que a o atendimento das necessidades humanas, deve levar em consideração alguns princípios como: visibilidade, que os elementos que precisam ser vistos, estejam visíveis para o usuário; acessibilidade, ou seja, a capacidade dos objetos informarem como devem ser usados; bom modelo conceitual, que permita prever o efeito da ação do uso do objeto; mapeamento natural que façam analogias ao domínio do usuário.

Surgem assim, dois aspectos do ponto de vista da ergonomia a serem observados: a elaboração dos programas das interfaces, com especificações ergonômicas a serem consideradas e os requisitos funcionais esperados, e sua utilização, considerando a capacidade cognitiva humana (Fernandes, 2008).

### **Definição dos recursos da IHC**

Ao se projetar IHC deve-se levar em consideração o modelo mental dos usuários reais do sistema, afirma Schneider (2015), onde ao modelar o sistema, o desenvolvedor deve se orientar pelo entendimento do usuário acerca do sistema, adotando nas interfaces a linguagem, os padrões e a lógica dos usuários.

Neste aspecto a participação dos usuários, um dos preceitos da ergonomia para usabilidade (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2015), será fundamental, e visto mais adiante. Assim, ainda segundo Schneider (2015), o objetivo é construir uma IHC que reflitam a cultura e as necessidades de quem, de fato, utilizará o sistema.

Assim, as considerações sobre o domínio do usuário, novamente reforçado aqui, devem ser levadas em conta desde a especificação dos requisitos, onde também deverão ser considerados os aspectos de usabilidade (FERNANDES, 2008).

Em Matias, (2001) é evidenciada uma tarefa bastante complexa para os desenvolvedores e engenheiros de software ao projetar interfaces de software para o usuário: “conciliar duas capacidades de processamento de informação extremamente poderosas e diferentes, a capacidade do homem e a do computador”, o que reforça novamente a importância de envolver o usuário na concepção dos sistemas. Novamente a relevância da ergonomia surge aqui nos aspectos sociotécnicos, quando é caracterizada a relação interface-homem-sistema.

Os recursos na elaboração do projeto de uma IHC são definidos na etapa de elicitação dos requisitos, onde são especificados os requisitos funcionais, para que o usuário consiga realizar suas tarefas, e os requisitos não funcionais, como a questão da usabilidade (JUNIOR, 2017).

Outras considerações ergonômicas devem ser levadas em consideração como fator para uma boa usabilidade em uma interface, como posição adequada do monitor, iluminação, o ambiente de trabalho, temperatura, ruído, enfim, aspectos que permitam ao indivíduo executar suas atividades em condições adequadas de conforto e segurança. Estes aspectos envolve a ergonomia física e organizacional, mas não serão abordados no contexto deste trabalho.

### **A importância da IHC no contexto da dos resultados da atividade homem-computador**

O hardware na área da TI evoluiu muito nesses últimos anos, trazendo contribuições à gestão dos negócios. Acompanhando essa evolução e também as mudanças do perfil do cliente da TI, os seus profissionais também se aprimoraram. Afinal, embora as pessoas não façam parte da TI, sem elas essa tecnologia não teria utilidade (REZENDE, 2015).

Para alcançar a qualidade, produtividade e efetividade nas atividades relacionadas a sistemas empresariais e à TI, que são requeridas pelo mercado de trabalho, há necessidade de um perfil profissional que contemple o domínio das habilidades técnica, de negócio e comportamental.

Durante muitos anos, esforços foram concentrados para o desenvolvimento e o aprimoramento do hardware em si, mas nos últimos anos estão sendo concentrados inúmeros esforços na área de engenharia de sistemas, que apontam para uma série de estratégias de concepção e desenvolvimento de projetos (SABADIN, 2016). As interfaces com os usuários têm sido alvo de inúmeras abordagens no sentido de obter melhor atuação dos mesmos.

Em Sabadin (2016), mostra que outro aspecto se refere à qualidade dos sistemas, a solução de problemas reais do usuário e a sua satisfação. Vale lembrar que, para que um sistema por mais recursos e capacidade que tenha, a forma como o usuário interage com ele é definida pela qualidade da interface.

Segundo a ISO/IEC 9126, em Freitas (2015), para se avaliar a qualidade de um software, a “Qualidade de Uso” é um dos principais pilares, e se resume na

capacidade do produto em ser entendido pelo usuário final, está no quanto ele consegue ser interativo.

Para isso, Freitas (2015) ressalva, que é necessário desenvolver uma metodologia de especificação, avaliação e controle no ciclo de desenvolvimento de um produto que atenda às necessidades do cliente, dentro do escopo previamente acordado, pensando sempre na qualidade para o usuário final.

A necessidade da construção de uma interface amigável ao usuário, reforça Gaspar (2021), é fundamental em um sistema, pois determina como as pessoas vão interagir com o mesmo. Quando uma interface é bem projetada, ela é compreensível, agradável e controlável.

A Engenharia de Usabilidade (também denominada Design Centrado no Usuário) (CIN-UFPE, 2021), está constantemente levantando considerações e definindo aspectos a serem considerados para a construção de interfaces utilizando métodos e princípios de usabilidade. Freitas (2015), afirma esta consideração ser um aspecto fundamental em um modelo de qualidade sendo essencial no caso de sistemas críticos, em que um erro de operação pode ter consequências severas, determinando uma das características mais marcantes de um software, pois exerce influência determinante sobre a impressão da qualidade percebida (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2015).

Quando falamos em qualidade em uso, também vamos além do campo do design onde a ergonomia é enfatizada, conforme Freitas (2015), visando a satisfação no uso e a interação do usuário com o produto. Ao considerar o tipo de atividade do cliente se considerarmos nos requisitos os processos relativos à utilização, segurança e eficiência, é possível chegar a um produto que otimize o tempo que ele leva para concluir suas atividades no software, e acarretará uma experiência agradável de uso quando suas funcionalidades forem capazes de agregar valor às tarefas que o usuário precisa executar.

Novamente em Junior (2017), é abordado o tema de que a qualidade depende da especificação adequada dos processos que serão realizados na produção de um bem ou serviço, incluindo as margens de tolerância desejada dos resultados. O autor ressalta ainda que esta não pode ser alcançada apenas com a verificação de conformidade dos resultados parciais em pontos escolhidos do processo. A qualidade exige que os procedimentos sejam concebidos de forma a maximizar a produção de bens e envolve a definição de procedimentos e padrões apropriados e a verificação

de que eles sejam seguidos, e estão diretamente relacionados com a inspeção do produto, controle de qualidade e melhoria do processo.

É uma técnica simples que assegura a qualidade através da aplicação de inspeções e auditorias a elementos intermediários do produto e do processo (NIELSEN, 1994).

Em Techware (2016), podemos verificar algumas características essenciais que medem a qualidade de uso de um sistema:

- Ser Compreensível, de fácil entendimento pelo usuário em relação as funcionalidades;
- Ser Operacional, facilitando o uso e principalmente o acesso de suas funções;
- Ter “inteligência” para evitar os erros mais comuns do usuário, como a criação de alertas e validação das ações, antes de prosseguir para outra tela;
- Oferecer uma linguagem universal, acessível à todas as pessoas, inclusive com deficiência;
- Ter boa apresentação, com design e layout diferenciados.

### **Características a considerar para uma boa usabilidade**

A Ergonomia de Software estuda a aplicação dos fatores humanos a todos os aspectos da relação entre o ser humano, a máquina e o ambiente, que influencia diretamente a segurança, a eficiência, a aceitação e a satisfação no uso de tais sistemas (JUNIOR, 2017). Abrange ainda toda a especificação das ferramentas, das funções e da conceituação e realização das diversas técnicas e formas de diálogo a serem usadas nos sistemas, assim como, diretrizes para o projeto das interfaces do usuário do sistema (OLIVEIRA; SILVA, 2011).

A importância da interface se torna evidente, quando em Gaspar (2021), onde ilustra que existem alguns aspectos que reforçam esta importância, tais como: a disseminação do uso de sistemas a partir de diversos tipos de equipamentos como tablets e celulares; o aumento da complexidade dos sistemas; a preocupação com a qualidade do software de acordo com a característica da usabilidade, evidenciando a necessidade de adotar práticas para otimiza-las.

As características funcionais necessárias às atividades do usuário, são definidas na etapa de definição dos requisitos do sistema, e na arquitetura do sistema, onde serão definidas as telas, com os recursos necessários em cada uma, para uma

navegação adequada e boa utilização. A questão da definição dos requisitos é um aspecto importante na definição de qualquer sistema (BATISTA; NEVES; OLIVEIRA, 2018).

No caso de um sistema interativo, a determinação de tais requisitos torna-se mais complexa, pois os aspectos técnicos e humanos inerentes a este tipo de sistema devem ser considerados em simultâneo e infelizmente, a literatura não apresenta propostas integradoras para uma sistematização destes aspectos. Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), cabendo aos gestores do projeto incluir na equipe especialistas em usabilidade para aplicar métodos que considerem os aspectos humanos (NIELSEN, 1993).

A ergonomia organizacional, no caso propõe o uso de tecnologias e novos métodos de trabalho para viabilizar as ações com foco em melhores resultados para a organização. Como exemplo, podemos citar Cybis, Pimenta, Silveira e Gamez (1998), que descreve uma abordagem sistemática de engenharia de requisitos, através da TAREFA (Task Based Requirements Engineering Framework), que visa preencher esta lacuna e consiste de uma estratégia de Engenharia de Requisitos concebida especificamente para sistemas interativos, baseada na integração de conceitos, modelos e técnicas de Engenharia de Software e de IHC.

Essa técnica, citada aqui como exemplo, visa a determinação dos objetivos, das funções e das restrições de um sistema através da integração de técnicas como por exemplo, análise de tarefa, análise dos cenários de um sistema interativo a ser desenvolvido, levando em conta a compreensão do contexto do sistema atual. Visa ainda, continua o autor, a propor soluções a problemas típicos da Engenharia de Requisitos, rastreabilidade, comunicação usuário-analista, participação do usuário no processo adotar o conceito de casos de uso, enfim, medidas para no final do processo, obter um conjunto de modelos e orientações a serem utilizadas no processo de testes e desenvolvimento (CYBIS et al., 1998).

Podemos ver neste caso citado como exemplo, de como a ergonomia organizacional pode contribuir ainda, nos aspectos do trabalho participativos em todos os níveis do processo, onde será fundamental boa integração das equipes, com participação de usuários e equipe de desenvolvedores devidamente qualificada através de processos de identificação de competências e qualificação.

Conforme Oliveira (2015), o projetista deve também ficar atento a questões como fadiga e esgotamento do usuário, e é importante fazer análise dos tempos que

as tarefas mais significativas levam, e como fazer para melhora-los, cabendo aqui novamente o apoio da ergonomia, através da AET.

Um dos desafios para os envolvidos nos projetos é a escolha das funcionalidades e a necessidade de se integrar as demandas de usuários iniciantes, que procuram simplicidade de operação, com as dos usuários experimentados que desejam um conjunto maior e mais complexo de funcionalidades e rapidez na operação. Em Bashar e Easterbrook (2000), a dificuldade da especificação por parte dos usuários é ressaltada.

Assim, Oliveira (2015), faz as seguintes considerações a serem realizadas pelo projetista, considerando os usuários segundo sua frequência de uso:

Usuário novato: o objetivo do projetista é diminuir o nível de ansiedade desses usuários o que pode acarretar dificuldades no aprendizado e desestimular a utilização. Pode ser utilizado vocabulário do domínio da aplicação, com informações de ajuda e tentar reduzir o número de ações para a realização de tarefas, sempre apresentando feedback informativo acerca da realização das tarefas e mensagens de erro construtivas devem ser emitidas sempre que um erro for cometido. Assim, o usuário ganha confiança, e obtenha reforço positivo.

Usuário intermitente: já os usuários intermitentes com algum conhecimento são aqueles que tem certo contato com diversos sistemas, e conhecem a tarefa que querem desempenhar, mas podem não lembram de todos os detalhes. Logo, através de menus bem estruturados, mensagens de fácil entendimento e guias para padrões frequentes de uso podem ajudar esse tipo de usuário na realização da tarefa.

Usuário experiente: os usuários experientes já são familiarizados tanto com o domínio da aplicação como com a interface. Eles, por outro lado, buscam performance, desejando realizar suas atividades o mais rápido possível, com curtos tempos de resposta, feedbacks breves e que não distraiam, e realizar as tarefas com o mínimo de comandos. Esses usuários costumam procurar formas de diminuir o número de passos para realizar uma tarefa, e são excelentes fontes de informação para “ideias construtivas” para os desenvolvedores (HARTSON E PYLA, 2012).

Em Saliba Júnior (2018), vê-se que alguns elementos de interfaces devem ser levados em consideração em projetos, como o vocabulário adotado; cores; gráficos e ícones; animações; uso de sons. A questão das cores, gráficos e são avaliadas por Costa Filho (2019), onde ressalta ainda aspectos na qualidade visual percebida,

considerando o contraste entre cores, a complexidade do entorno, como atribuições críticas.

Ainda no tema dos aspectos gráficas na interface, de acordo com o artigo de Coetz (2019), visto em site da ELIPSE Software, (A ELIPSE Software é um desenvolvedor nacional de IHC, em Sistemas SCADA) – abordados no caso de estudo, algumas considerações que devem ser abordadas no desenvolvimento de uma boa IHC:

Uso de cores, representação de valores e textos em destaque e uso de alertas. As telas devem como um todo ter cores discretas, atributo também comentado por Costa Filho (2019), e os dados mais importantes devem ser destacados por meio de cores que chamem a atenção do usuário, permitindo sua visualização sem esforço. Devem ser evitados também gradientes de cores no fundo das telas, pois afeta nossa percepção da cor. A cor do fundo também deve ser levada em conta, pois um fundo muito claro, por emitir maior quantidade de luz, pode ser cansativo ao utilizar a tela por longos períodos. Para objetos mais críticos nas telas, o uso de cores deve permitir que usuários portadores de daltonismo possam diferenciar os estados através de tons de cinza (COETZ, 2019).

### **A participação do usuário**

De acordo com Matias (2001), existe uma relação direta entre os processos cognitivos humanos e a usabilidade de sistemas computacionais que procura associar a facilidade de aprendizagem, rapidez no desempenho da tarefa, baixa taxa de erro e satisfação do usuário.

A diversidade das características humanas como habilidades, formação, aspectos cognitivos e formas de trabalho, representa um enorme desafio aos projetistas de sistemas interativos. É fundamental que este reconheça a diversidade humana, identifique-a entre usuários, entenda que impacto ela provoca no projeto, além de aplicar técnicas para adequação (OLIVEIRA, 2015).

Em pesquisas realizadas por Matias (2001), pesquisadores deste campo têm estudado e proposto uma série de instrumentos que oferecem suporte para o desenvolvimento de sistemas computacionais mais ergonômicos, tais como guias de recomendações e diretrizes, e propuseram oito critérios ergonômicos para avaliação da qualidade ergonômica de sistemas interativos:

- **Condução:** refere-se aos meios disponíveis para orientar, e guiar o usuário na sua interação com o computador;
- **Carga de Trabalho:** diz respeito a todos elementos da interface que contribuam para reduzir a carga de trabalho perceptiva e cognitiva, aumentando a eficiência do diálogo;
- **Controle Explícito:** refere-se ao processamento de ações explícitas do usuário pelo sistema e ao controle que o usuário possui sobre este processamento;
- **Adaptabilidade:** diz respeito à capacidade do sistema se comportar de acordo com as necessidades e preferências do usuário;
- **Gestão de Erros:** refere-se aos meios disponíveis para prevenir ou reduzir erros e corrigi-los quando eles ocorrerem;
- **Consistência:** diz respeito à padronização de códigos, nomes, formatos, procedimentos, em contextos similares, e à diferenciação destes em contextos diferentes;
- **Expressividade:** qualifica o relacionamento entre um termo ou um sinal e a sua referência, o seu significado;
- **Compatibilidade:** refere-se à adequação das características do usuário como suas habilidades, memória, percepção, e da tarefa, e com o diálogo do sistema.

Esse cabe como exemplo, ao apresentar modelos de recomendações que a ergonomia organizacional pode referenciar em um trabalho em conjunto com os analistas de TI na fase de elicitação de requisitos. O foco aqui não é o aspecto ergonômico das recomendações, mas métodos de trabalho que indiquem a sua utilização, e acompanhamento na fase de testes.

No artigo de Matias (2001), é visto ainda que são poucos os projetos que utilizam sistematicamente a ergonomia como instrumento durante o processo de desenvolvimento de sistemas computacionais interativos, o que contribui para gerar como resultado interfaces inadequadas e um número considerável de usuários insatisfeitos devido às dificuldades que enfrentam ao interagir com a máquina.

Cabe aqui uma observação em Crozatti (1998), sobre a abordagem organizacional se preocupar com a estrutura, com os sistemas de informação e coordenação, e com as políticas de gestão de recursos humanos e de desempenho

da organização; enfatizando a questão da atuação da ergonomia nos processos de definição e avaliação dos critérios ergonômicos a adotar nos sistemas da informação.

Em Hossain (2012), também é visto que ao projetar uma interface, dois principais fatores devem ser sempre levados em consideração: a tela deve ser capaz de prender a atenção do operador com a máxima clareza de exibição e o projeto deve permitir que uma pessoa com nenhum treinamento ou pouca experiência possa utilizar o sistema com sucesso.

O foco da questão é fornecer diretrizes de projeto para realizar uma interface eficaz que permitirá que seus operadores operem de uma forma muito amigável com o máximo operacional simplicidade.

Volta a questão das habilidades cognitivas na “criação”, onde no artigo da Estácio (2021), cita as chamadas “funções executivas” incluem ações de sequenciamento, resolução de problemas e flexibilidade, e algumas dessas habilidades podem ser usadas para integrar as informações na mente, para que possam ser compreendidas.

Outro aspecto a ser considerado no tocante a permitir uma boa usabilidade para interface, onde Oliveira (2015), apresenta que os projetistas devem concordar que o conjunto das atividades do usuário devem ser identificadas antes que o projeto possa prosseguir. De acordo com Oliveira (2015), a fim de facilitar a execução de uma atividade, as ações de tarefa de alto nível podem ser decompostas em múltiplas ações. Por outro lado, definir o conjunto apropriado de ações a executar é uma tarefa complicada, pois os usuários podem se frustrar se o número de ações necessárias for muito grande, com excessivas trocas de telas.

Também devemos considerar nas interfaces, de acordo com Oliveira (2015), é o fato do usuário ser usualmente se deparar com muitas informações apresentadas pelos sistemas, através de um número excessivo de telas. O problema aqui é que em função da quantidade de informações, às vezes uma determinada informação crítica passa despercebida.

Existem algumas técnicas para se conseguir a atenção do operador:

Intensidade; Alterando a intensidade de textos para situações onde se pretende atrair a atenção do usuário;

Marcação; sublinhar, ou um indicador como um asterisco;

Dimensão das fontes; Tamanhos maiores atraem mais atenção.

Cores. Usar no máximo quatro padrões de cores, deixando algumas apenas para ocasiões onde se queira atrair a atenção;

Cores piscando. Trocar de cores, em áreas limitadas.

Áudio. Tons suaves devem se utilizar para feedback positivo enquanto que tons mais agudos servem para alertar os usuários em situações raras de emergência.

Mais aspectos relativos à usabilidade, como as heurísticas de Jacob Nielsen, serão abordados no capítulo seguinte.

Os objetivos da abordagem ergonômica na interação humano-computador são os de produzir sistemas com boa usabilidade, seguros e funcionais. Nesse contexto, o termo sistemas se refere não somente ao hardware e software, mas a todo o ambiente que usa ou é afetado pelo uso da tecnologia computacional. Durante o projeto de interface é necessário que se faça uma análise mais detalhada, como especificação de requisitos, módulo de qualidade e perfil dos usuários, conforme cita Pinho (2016), “metodologia centrada no utilizador”.

Abordando novamente o tema da importância do usuário no contexto dos sistemas, em Nielsen (1993), é apresentada a questão de conhece-los, entender como pensam, aprendem e resolvem problemas, onde Oliveira (2015), afirma que todo projeto deveria começar com o entendimento com a equipe de usuários.

O tema se torna fundamental para desenvolvedores que buscam cada vez mais melhorar suas aplicações ao focar em qualidade. A participação dos usuários, pelo seu conhecimento do domínio da utilização, durante o processo de desenvolvimento é fundamental para essa melhoria, pois quando um sistema interativo é bem projetado, ressalta Junior (2017), possibilita que o usuário possa se concentrar em seu trabalho com prazer e a dificuldade na sua operação desaparece.

As pessoas representam a parte mais importante de uma organização, pois o sucesso organizacional depende diretamente da capacidade dos indivíduos para desempenhar suas atividades de forma efetiva. Em sua pesquisa, Oliveira e Valença (2017), mostram que a adoção de sistemas de informação depende tanto de treinamento quanto da participação dos usuários no processo de desenvolvimento.

Nesse sentido, os autores ressaltam em seu artigo, que as organizações precisam buscar o desenvolvimento das capacidades dos seus funcionários em todos os níveis hierárquicos, para que a organização possa evoluir de maneira consistente.

Outro aspecto interessante observado por Gaspar, (2021), é que além de diminuir os erros, a participação do usuário durante o processo de desenvolvimento, propicia a ter maior aceitação do produto, pois eles fizeram parte de todo o processo de desenvolvimento, ou seja, se sentem “donos” do mesmo.

Com o cada vez mais crescente uso dos computadores e dispositivos para acesso aos sistemas, Pressman (2016), considera que as interfaces bem projetadas vão adquirindo cada vez mais importância, e que um projeto de interface para usuário significa muito mais do que projetar telas com bom visual.

O aspecto do conforto, e uma utilização agradável, é muito mais complexo do que aparenta ser a princípio, e os itens segurança e eficiência são partes importantes deste contexto, afirma ainda Pressman (2016).

Dos objetivos que fazem parte do desenvolvimento de uma IHC, a usabilidade é o termo que define a facilidade com que as pessoas podem empregar uma ferramenta ou objeto a fim de realizar uma tarefa específica.

Segundo a ISO 9241-11 (Guidance on Usability, 1998), usabilidade é a amplitude de uso de determinado produto por seus usuários, de modo que possam realizar tarefas de maneira efetiva, eficiente e satisfatória num contexto definido NBR 9241-11, (2002).

Finalmente, Cybis, Betiol e Faust (2015) fazem uma consideração que ao respeitar a experiência do usuário permitem conduzir a recomendações, que levam à melhoria de aspectos importantes na interface:

Prever atalhos.

Permitir aos mais experientes contornarem uma série de seleções por menu através da especificação de comandos ou de atalhos de teclado.

Prever a seleção de entradas simples ou múltiplas, de acordo com a experiência individual.

Autorizar diferentes modos de diálogo correspondentes aos grupos de usuários, com ênfase para a presteza adaptada à formação do usuário, por exemplo.

Fornecer tutorial passo a passo para os novatos.

Favorecer ao usuário a escolha do nível de detalhe das mensagens de erro em função de seu nível de conhecimento.

## APÊNDICE L – A NORMA ISO/IEC

### **A norma ISO/IEC 9126**

Os computadores têm sido usados numa variedade de áreas de aplicação cada vez maior e sua uma operação sem falhas é frequentemente crítica para os usuários e o sucesso da organização.

Deste modo, desenvolver sistemas de alta qualidade é de primordial importância, e nesse contexto, a especificação e avaliação da qualidade do produto de software são fatores chave para garantir qualidade adequada, onde a ergonomia organizacional vai dar apoio dentro do aspecto da cultura organizacional, no sentido de atender às questões de atendimento ao cumprimento de questões técnicas associadas à instruções normativas (CORREIA e SILVEIRA, 2009).

A qualidade esperada pode ser alcançada pela definição apropriada de determinadas características, levando em consideração o uso pretendido do software e é fundamental que cada característica relevante pretendida para a qualidade do produto de software seja especificada e avaliada utilizando, critérios validados ou amplamente aceitos.

A norma NBR ISO/IEC 9126 (ISO/IEC 9126, 2003), é uma revisão da NBR 13596 e mantém as mesmas características de qualidade de software, com a inclusão dos detalhamentos das normas, que são:

- especificação de um modelo de qualidade;
- introdução de qualidade em uso;
- remoção do processo de avaliação;
- coordenação de seu conteúdo com a NBR ISO/IEC 14598-1.

A NBR ISO/IEC 9126 permite que a qualidade do produto de software seja especificada e avaliada em diferentes perspectivas pelos envolvidos em diversas etapas do desenvolvimento de um sistema, como, aquisição, requisitos, desenvolvimento, uso, avaliação, suporte, manutenção, garantia de qualidade e auditoria de software (ISO/IEC 9126, 2003)

A norma pode ser utilizada por desenvolvedores e particularmente pelos responsáveis por especificar e avaliar qualidade do produto de software. Exemplos de usos do modelo de qualidade definido nesta parte da NBR ISO/IEC 9126 são para:

“Validar a completitude de uma definição de requisitos;

Identificar requisitos de software;

Identificar objetivos de projeto de software;

Identificar objetivos para teste de software;

Identificar critérios para garantia de qualidade;

Identificar critérios de aceitação para produtos finais de software”.

A norma ISO/IEC 9126 relaciona ainda um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um software de qualidade:

- Funcionalidade; se satisfaz aos requisitos;
- Confiabilidade; é imune a falhas e estável;
- Usabilidade; se tem boa aceitação pelo usuário;
- Eficiência; se tem boa performance, sendo rápido e eficiente;
- Manutenibilidade; é fácil de alterar e corrigir;
- Portabilidade; é fácil de ser utilizado em outro ambiente.

## APÊNDICE M – TESTES DE SOFTWARE

### Testes de software

O tema testes de software é abordado em inúmeros artigos e em livros de diversos autores. Cada um aborda o tema de formas diferentes, com inúmeras técnicas e considerações; em alguns chegam a compará-los e sugerir uso combinado.

Como o foco de nosso trabalho é avaliar os aspectos ergonômicos em desenvolvimento de sistemas, os testes são uma etapa fundamental e optamos por usar a norma ISO/IEC 9126 relaciona um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um software de qualidade.

Foram feitas algumas considerações a mais, tendo em vista fatores observados durante as pesquisas, e assim apresentamos a seguir alguns dos aspectos a serem verificados em testes e avaliados para obter sucesso no desenvolvimento de sistemas.

### Definição de testes por etapas

A área de testes de software vem se tornando cada vez mais importante para que o desenvolvimento de sistemas atinja um alto nível de qualidade e confiabilidade. Um software que apresenta erros e falhas, após a sua entrega para o usuário final, fatalmente não irá obter uma boa aceitação (GASPAR, 2021).

A questão relativa a planejar os testes é reforçada em Gaspar (2021), no foco de evitar falhas em um sistema, quando cita que além da não aceitação pelos usuários, e que os desenvolvedores também gastam muito tempo para a correção de erros muitas vezes complexos que poderiam ter sido identificados na fase inicial, nos primeiros testes.

Tudo isso pode aumentar significativamente o custo do desenvolvimento. O ideal é que os testes de software sejam parte essencial desde o planejamento do projeto, passando por todas suas etapas e indo até a finalização e entrega do software totalmente funcional (AMORIM et al., 2016).

Nielsen (1993), observa ainda que antes de qualquer teste ser realizado, deve-se esclarecer o propósito do teste, pois terá um impacto significativo sobre o tipo de teste para ser feito e a forma de conduzir.

A atividade de testar software, é complexa, podendo ser mais difícil elaborar bons casos de teste do que produzir o próprio software. Assim, muita sistematização

e controle são necessários para que a atividade de teste de software seja uma atividade de engenharia com resultados efetivos e previsíveis (WAZLAWICK, 2013).

A função do teste é mostrar que um programa realiza o que é proposto a fazer e para evidenciar os defeitos do programa antes de sua utilização pelo usuário. Os resultados dos testes, conforme abordado em Sommerville (2011), são analisados à procura de erros, ou informações sobre os requisitos não atendidos do sistema.

O processo de teste, tem portanto, dois objetivos distintos:

1. Demonstrar ao desenvolvedor e ao cliente que o software atende a seus requisitos.

2. Descobrir situações em que o software se comporta de maneira incorreta, indesejável ou de forma diferente das especificações, representando defeitos de software.

O processo de teste utiliza diversos procedimentos, critérios, ferramentas e técnicas visando através desse grupo de possibilidades evitar que erros sejam corrigidos antes da entrega ao usuário. Dessa forma, também afirmam Amorim et al. (2016), que a atividade de teste se torna uma etapa fundamental para a busca pela qualidade durante todo período do desenvolvimento do projeto de software (PRESSMAN, 2016).

Realizar testes de software, não é uma atividade simples, e segundo Crespo, et. al. (2004), exige além dos conhecimentos específicos, habilidades e infraestrutura adequada, e reflete atualmente no comportamento das empresas na busca em otimizar os processos de testes adotados.

Apesar de que as técnicas de teste de software mais utilizadas foram estabelecidas na década de 70, as empresas têm uma grande dificuldade com essa atividade e pode ser um reflexo da falta de profissionais especializados na área ou ainda das dificuldades em implantar um processo de teste utilizando as técnicas existentes na literatura (CRESPO et al., 2004)

Os testes, por outro lado, não garantem que o sistema não apresenta defeitos ou se ele se comportará de acordo com o especificado, e Sommerville (2011) mostra que, apesar dos testes, poderão surgir mais defeitos no sistema: “Os testes podem mostrar apenas a presença de erros, e não sua ausência”.

Relativo à questão do conceito de “erro”, Wazlawick (2013) apresenta alguns termos que, poderiam ser considerados sinônimos, mas que na literatura de testes têm significados bastante precisos:

a) Um erro é uma diferença detectada entre o resultado de uma computação e o resultado correto ou esperado;

b) Um defeito é uma linha de código, bloco ou conjunto de dados incorretos que provocam um erro observado.

c) Uma falha é um não funcionamento do software, possivelmente provocada por um defeito, mas com outras causas possíveis.

d) Um engano, ou erro humano, é a ação que produz ou produziu um defeito no software.

A área de teste de software ocupa-se principalmente das falhas provocadas por defeitos para que os defeitos sejam corrigidos e, assim, essas falhas nunca mais ocorram (WAZLAWICK 2013). Já a área de ergonomia, se preocupa com o aspecto humano do erro, no caso a falha humana (JESUS SILVA et al., 2017).

Conforme IIDA (2005), "... o erro humano é um ato involuntário que se desvia daquele normal ou pretendido. O erro humano está relacionado com o processamento cognitivo humano".

O erro humano é considerado, quando uma sequência do processo da atividade mental falha na busca do resultado esperado, e na relação do homem com a máquina, o equipamento é cada vez mais confiável, enquanto que o fator humano continua sendo a questão mais discutível no que se refere falhas (JESUS SILVA, et al., 2017).

Um erro não indica necessariamente falta de conhecimento dos pressupostos para o projeto, mas podem ser decorrentes de condições circunstanciais como estresse ou desatenção. Os lapsos, são uma condição possível do indivíduo que acessa a memória e, portanto, configuram um esquecimento ocasional, mas que, todavia, pode, em alguns casos, levar a consequências indiretas de descumprimento de regras (GOMES FILHO; VANZIN; FORCELLINI, 2009).

Como forma de prever as diversas condições que possam levar a falhas em um sistema, a ergonomia organizacional atua aqui na forma de prever tecnologia e métodos de trabalho (SANDHOF, 2006). Assim, o processo de software, visto em diversos artigos e autores, recomendam que determinadas diretivas como testes durante o ciclo do projeto seja feita de forma incremental evitando uma série de transtornos e desperdício de recursos além da imagem com o usuário final.

Em Crespo, et. al. (2004), ressalta-se que a atividade de teste exige conhecimento (SGOBBI, ZANQUIM, 2020), planejamento, projeto, execução,

acompanhamento, recursos e também uma grande interação com as outras equipes. Na elaboração do planejamento do teste, uma das etapas é a elaboração da estratégia de teste. A estratégia de teste compreende a definição dos seguintes itens: o nível de teste, isto é, a definição da fase do desenvolvimento do software em que o teste será aplicado; a técnica de teste a ser utilizada; o critério de teste a ser adotado; o tipo de teste a ser aplicado no software.

Os níveis de teste vão estabelecer diferentes objetivos para as atividades de teste. A maioria dos objetivos de teste está relacionada à verificação. Em geral, apenas o teste de aceitação é efetuado visando à validação do software (PRESSMAN, 2016).

Wazlawick (2013) afirma que, enquanto a atividade de teste consiste em executar sistematicamente o software para detectar erros, a depuração é a atividade que consiste em buscar a causa do erro, e pode ser uma atividade dispendiosa, dependendo de uma série de fatores, como a natureza do erro, quanto tempo depois foi detectado ou se foi previsto no contrato de desenvolvimento.

Nota-se que, em uma situação ideal, já está especificado no requisito o comportamento do software, em que uma situação de falha seja provocada externamente, evidencia Crespo, et. al. (2004), caso o software se comporte de acordo com sua especificação e a falha ocorra, pode-se dizer que é uma situação prevista, e o sistema nesse caso, está livre de defeito.

Um conceito interessante de observar é ilustrado por Crespo (2004), relativo aos termos verificação, validação e teste:

a) Verificação: consiste em analisar o software para ver se ele está sendo construído de acordo com o que foi especificado.

b) Validação: consiste em analisar o software construído para ver se ele atende às verdadeiras necessidades dos interessados.

c) Teste: é uma atividade que permite realizar a verificação e a validação do software.

O objetivo final dos processos de verificação e validação é confirmar de que o software está “pronto para seu propósito”, onde apresenta Sommerville (2011), o nível de confiança exigido para os testes depende da finalidade do sistema, das expectativas dos usuários do sistema e da organização, cabendo então adotar critérios adequados em cada caso.

Podemos identificar claramente aqui a necessidade do conhecimento técnico na área de tecnologia da informação para a realização e condução adequada dos testes, esse conhecimento, exige os “hard skills”, pessoas com conhecimentos específicos adquiridos para determinada atividade. De nada adianta, porém, esse conhecimento, sem pessoas que gerenciem essa atividade, o planejamento e a gestão das equipes. Cabem aqui os “soft skills”, cujas habilidades serão necessárias, nesse contexto do trabalho cooperativo (Penhaki, 2019).

### **A norma ISO/IEC 9126**

Os computadores têm sido usados numa variedade de áreas de aplicação cada vez maior, e sua uma operação sem falhas é frequentemente crítica para os usuários e o sucesso da organização.

Deste modo, desenvolver sistemas de alta qualidade é de primordial importância, e nesse contexto, a especificação e avaliação da qualidade do produto de software são fatores chave para garantir qualidade adequada, onde a ergonomia organizacional vai dar apoio dentro do aspecto da cultura organizacional, no sentido de atender às questões de atendimento ao cumprimento de questões técnicas associadas à instruções normativas (CORREIA e SILVEIRA, 2009).

A qualidade esperada pode ser alcançada pela definição apropriada de determinadas características, levando em consideração o uso pretendido do software e é fundamental que cada característica relevante pretendida para a qualidade do produto de software seja especificada e avaliada utilizando, critérios validados ou amplamente aceitos.

A norma NBR ISO/IEC 9126 (ISO/IEC 9126, 2003), é uma revisão da NBR 13596 e mantém as mesmas características de qualidade de software, com a inclusão dos detalhes das normas, que são:

- especificação de um modelo de qualidade;
- introdução de qualidade em uso;
- remoção do processo de avaliação;
- coordenação de seu conteúdo com a NBR ISO/IEC 14598-1.

A NBR ISO/IEC 9126 permite que a qualidade do produto de software seja especificada e avaliada em diferentes perspectivas pelos envolvidos em diversas

etapas do desenvolvimento de um sistema, como, aquisição, requisitos, desenvolvimento, uso, avaliação, suporte, manutenção, garantia de qualidade e auditoria de software (ISO/IEC 9126, 2003)

A norma pode ser utilizada por desenvolvedores e particularmente pelos responsáveis por especificar e avaliar qualidade do produto de software. Exemplos de usos do modelo de qualidade definido nesta parte da NBR ISO/IEC 9126 são para:

“Validar a completude de uma definição de requisitos;  
Identificar requisitos de software;  
Identificar objetivos de projeto de software;  
Identificar objetivos para teste de software;  
Identificar critérios para garantia de qualidade;  
Identificar critérios de aceitação para produtos finais de software”.

A norma ISO/IEC 9126 relaciona ainda um conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um software de qualidade.

Funcionalidade; se satisfaz aos requisitos;  
Confiabilidade; é imune a falhas e estável;  
Usabilidade; se tem boa aceitação pelo usuário;  
Eficiência; se tem boa performance, sendo rápido e eficiente;  
Manutenibilidade; é fácil de alterar e corrigir;  
Portabilidade; é fácil de ser utilizado em outro ambiente.

### **Teste de Funcionalidade**

Os testes de funcionalidade têm como objetivo basicamente verificar e validar se as funções implementadas estão de acordo com o definido na elucidação dos requisitos. Em Wazlawick (2013) e Sommerville (2011), podemos ver a mesma abordagem: os testes de unidade são os mais básicos e verificam se um componente individual do software foi implementado corretamente, e costumam ser realizados pelo próprio programador, e não pela equipe de teste.

Testes de integração são feitos quando as unidades estão prontas, são testadas isoladamente e precisam ser integradas em uma nova versão de um sistema.

Crespo, et. al. (2004), lembram que sejam testadas e integradas pequenas partes de código de cada vez, com testes individuais a cada etapa, pois se um sistema funcionava antes da integração e passou a falhar depois dela, o defeito provavelmente está nos componentes que acabaram de ser integrados, e não nos componentes que já funcionavam.

O teste de sistema visa verificar se a versão em testes permite executar rotinas completas do ponto de vista do usuário e contempla uma série de operações de sistema em uma interface e é capaz de obter os resultados esperados.

O teste de aceitação é executado exatamente como o teste de sistema, mas a diferença é que é realizado pelo usuário final ou cliente, e costuma ser realizado utilizando-se a interface final do sistema. Enquanto o teste de sistema faz a verificação do sistema, o teste de aceitação faz sua validação (WAZLAWICK 2013).

Os testes de software, por outro lado afirma Pressman (2016), devem ser realizados tendo sido previamente planejados, com uma estratégia para definir todas as etapas do processo de software em que serão realizados. Devem ser previstos os casos de teste, a coleta de resultados, o feedback para a equipe de desenvolvimento para as devidas adequações. Essas atividades devem, portanto, enfatiza o autor serem planejadas antecipadamente.

No teste de validação, ainda em Pressman (2016), o sucesso é obtido quando o software funciona conforme esperado pelo usuário, conforme definido na etapa de especificação dos requisitos.

Uma outra importante abordagem verificada em Sommerville (2011), cabe aqui, é que um dos princípios gerais das boas práticas de engenharia de requisitos é que os requisitos possam ser testados, isto é, o requisito deve ser codificado de modo que um teste possa ser projetado para ele, e assim os testes podem verificar se o requisito foi satisfeito.

Testes baseados em requisitos são mais uma validação do que um teste de defeitos, sendo uma demonstração que o sistema implementou adequadamente seus requisitos, esclarece Sommerville (2011).

Teste de usuário é a etapa do processo de teste em que os usuários ou clientes fornecem entradas para o teste de sistema e é essencial, pois as influências e conhecimento das tarefas e do ambiente de trabalho do usuário têm um efeito importante sobre a confiabilidade, o desempenho, a usabilidade e a robustez de um sistema (SWEBOK, 2014).

De acordo com Sommerville (2011), existem três tipos de testes de usuário:

1. Teste alfa, em que os usuários do software realizam testes com a equipe de desenvolvimento, no local do desenvolvedor;
2. Teste beta, em que uma versão do software é disponibilizada aos usuários para que possam realizar testes, simulações e levantar os possíveis problemas que eles descobriram;
3. Teste de aceitação, em que os clientes testam um sistema para decidir se está ou não pronto para ser aceito e implantado no ambiente do cliente.

Wazlawick (2013), ainda aborda o teste de regressão, que é executado sempre que um sistema em operação sofre manutenção, pois a modificação de alguma de suas funções, pode ter gerado novos defeitos. Nesse caso, porém, devem ser executados novamente todos os testes de unidade das unidades alteradas, bem como os testes de integração e sistema sobre as partes afetadas.

### **Testes de Confiabilidade**

Grande parte dos esforços da engenharia de software em produzir software confiável tem sido concentrada na fase de desenvolvimento. Porém, o software é susceptível a erros que podem provocar a ocorrência de falhas. Assim, é de suma importância considerar a confiabilidade de software no projeto de desenvolvimento de sistemas (SUMMERVILLE, 2011).

Muitas falhas de são provenientes de causas humanas e organizacionais, e não podemos ignorar essas falhas quando consideramos a o fator de confiabilidade de um sistema.

Os engenheiros de software devem estar cientes disso e não devem achar que as melhores técnicas e tecnologias garantam que os sistemas sejam completamente confiáveis e protegidos. Os sistemas de software não são sistemas isolados, mas componentes essenciais de sistemas mais abrangentes com algum propósito humano, social ou organizacional.

A ergonomia organizacional trata de aspectos como a teoria sociotécnica, que se fundamenta em dois princípios fundamentais; um deles é de que a interação de fatores sociais e técnicos pode criar as condições para o sucesso do desempenho organizacional. O outro princípio trata da relação de “causa e efeito”, quando um dos aspectos técnicos, no caso hardware o software de um sistema ou aspecto humano

são otimizados, pode provocar reações não previstas e prejudicar o desempenho do sistema (Cukierman, 2007).

Sistemas sociotécnicos são tão complexos que é praticamente impossível entendê-los como um todo. Em vez disso, devem ser percebidos como camadas. Essas camadas compõem o grupo de sistemas sociotécnicos:

**A camada de equipamentos.** É composta de dispositivos de hardware, alguns dos quais podem ser computadores.

**A camada de sistema operacional.** Interage com o hardware e fornece um conjunto de recursos comuns para as camadas superiores de software no sistema.

**A camada de comunicações e gerenciamento de dados.** Estende-se até os recursos do sistema operacional e fornece uma interface que permite interação com a mais ampla funcionalidade, como o acesso a sistemas remotos, o acesso ao banco de dados de sistema.

**A camada de aplicação.** Fornece a funcionalidade específica da aplicação que é requerida. Nela, podem haver muitos programas diferentes de aplicação.

**A camada de processos de negócio.** Nesse nível são definidos e aprovados os processos do negócio da organização que usam o sistema de software.

**A camada organizacional.** Essa camada inclui processos de alto nível estratégico, bem como regras de negócio, políticas e normas que devem ser seguidas ao se usar o sistema.

**A camada social.** Nessa camada estão definidos as leis e os regulamentos da sociedade que governa o funcionamento do sistema.

Assim sendo, ao considerarmos a confiabilidade do software, é essencial pensarmos de forma global sobre os sistemas, em vez de apenas considerar o software de forma isolada.

Uma forma de aumentar a confiabilidade de um sistema, foi observado em Xavier (2015), onde a previsão antecipada, afirma, pode ser realizada nas etapas de projeto e implementação, como requisito implícita do sistema, sendo assim possível inclusive, realizar métricas após os testes e entrega.

Um software confiável, considera Wazlawick (2013), é aquele que, ao longo do tempo, se mantém com um comportamento consistente com o esperado. A confiabilidade tem relação com a minimização da quantidade de defeitos do software e com a forma como ele funciona perante situações anormais.

Wazlawick (2013), observa ainda alguns aspectos da confiabilidade de um sistema como, a maturidade, que é a medida da frequência com que um software apresenta defeitos; a disponibilidade, avalia o tempo em que o software está operacional e disponível para uso quando necessário e a tolerância a falhas, que tem relação com a forma como o software reage quando em situação imprevista.

Outra característica está na capacidade de um sistema de se recuperar e colocar-se novamente em operação após uma situação grave, como uma falha de hardware em um dispositivo (WAZLAWICK 2013).

A confiabilidade pode ser expressa como a capacidade de um sistema atender aos requisitos esperados, sob determinadas condições, durante um período de tempo especificados, afirma Xavier (2015), e é considerada como um dos fatores críticos para a qualidade, por estar relacionada a falhas de software. Sendo então a confiabilidade um dos aspectos essenciais para a satisfação do usuário, conclui o autor.

Também verificado em Bordin (2011), quando afirma que a confiabilidade em software é um atributo que deve ser levado em consideração em qualquer projeto de software, pois para um sistema ser confiável ele precisa ter formas de lidar com erros humanos, além de prever o mau uso do software e tratar falhas de hardware.

### **Testes de Usabilidade**

O ideal para um sistema de software, é que seja simples, fácil de usar e deve otimizar o tempo de seu usuário de modo que ele possa realizar sua tarefa de maneira eficiente e com satisfação. Um sistema de software que tenha previsto na sua implementação esses atributos poderá mais facilmente ter boa usabilidade, um aspecto de qualidade perceptível aos usuários e determinante no sucesso (NIELSEN, 1993).

O desenvolvimento de sistemas de software coloca a usabilidade como um dos atributos de qualidade que orienta o processo de software, desde as especificações até os testes com usuário, e é um conceito que tem feito cada vez mais parte das considerações dos projetistas de sistemas de software (MACHADO, et al., 2014).

Trata-se, portanto, de uma característica pela qual o usuário expressa seu interesse ou não em utilizar um sistema. Na grande maioria dos casos, os usuários preferem um sistema de fácil uso, mesmo com funcionalidades limitadas, a um sistema repleto de funcionalidades, porém de manipulação complexa e não intuitiva.

É importante também observar que a usabilidade é determinante no sucesso ou não de qualquer produto. Portanto, o usuário sempre tem a última palavra ao expressar sua satisfação ou não no uso de um sistema ou produto, refletindo o aspecto da qualidade percebida, apresentando maior grau de eficiência quando os usuários realizam suas tarefas; custos reduzidos de apoio ao usuário, tais como treinamento e suporte (MATIAS, 2001). Ao facilitar a utilização do produto na realização de suas tarefas garantindo boa usabilidade, os sistemas são inseridos mais naturalmente no ambiente de trabalho do usuário.

A usabilidade tem sido avaliada através dos testes de usabilidade, e Reis (2014), ressalta que é um dos procedimentos que se destaca no campo da interação homem computador. Também chamados “testes de uso”, esses testes focam na usabilidade e podem ser utilizados para validar conceitos, testar hipóteses e são um importante recurso para o design centrado no usuário.

O estudo da interação do usuário (ROCHA, 2003), com novas tecnologias é um aspecto observado pela ergonomia organizacional nos aspectos sociotécnicos e envolve conhecimento sobre o humano por um lado, sobre a tecnologia por outro e sobre a forma como um é influenciado pelo outro.

Assim como a aplicação de estudos de usabilidade são de extrema importância, também são as técnicas e métodos que buscam verificar se a interface realmente está alcançando um nível satisfatório de entendimento por parte do usuário. Segundo Lakatos (1983), o método é um conjunto de atividades organizadas e ordenadas de forma sistemática e lógica com intuito de auxiliar o alcance dos objetivos desde que os caminhos ordenados sejam seguidos corretamente.

Conforme visto em Machado et al., (2014), os métodos de avaliação de interface foram assim divididos em três principais aspectos de observação:

Abordagem centrada no usuário: consiste na coleta de dados por meio da observação e utilização da interface pelo usuário participante observando os percursos do sistema. Este tipo de avaliação deve ocorrer em ambiente próximo da realidade na qual o dispositivo será utilizado.

Abordagem centrada sobre uma expertise: este tipo de avaliação ocorre com a atuação de especialistas pelo fato de o sistema ainda não estar em condições de testes. Esse tipo de método avalia a interface utilizando a expertise humana e a experiência do especialista.

Abordagem centrada nos métodos analíticos: esta avaliação se dá por meio de modelos formais já estabelecidos, e segundo Prates (2009), pode aproveitar como referência um “caso” que apresenta as qualidades para uma boa interface.

Cabe aqui uma importante observação por Machado, et al., (2014), de que as interfaces nas quais os testes são realizados poderão ser avaliadas em forma de projeto, protótipo ou um produto final. Assim, os estudos de avaliação poderão envolver esboços, projetos, documentação, protótipos, treinamento ou ambientes, dependendo da fase que se encontrar a interface, aspecto.

Parte assim do pressuposto, já colocado anteriormente, da necessidade de planejamento, testes e avaliações em todas as fases do projeto, aqui reforçado em Dantas (2012), onde cita como exemplo a avaliação heurística como método.

As técnicas e métodos a serem utilizados na avaliação de usabilidade de interface, podem variar conforme a circunstância do sistema ou de acordo com o modo como é realizada a verificação, a exigência ou não de usuários nos testes e o tipo de dado que se deseja coletar. Assim, conforme visto em Machado, et al., (2014), foram selecionados alguns métodos diretos e também indiretos mais utilizados na análise de interfaces, segundo Cybis, et al., (2010) e apresentados a seguir.

### **Métodos diretos**

Os métodos diretos utilizam de simulações de trabalho, com o próprio usuário do sistema, de forma a observar seu comportamento, dificuldades e ouvir sua opinião. As interações com o usuário se são realizadas com questionários ou de comentários sobre a sua experiência de uso do dispositivo.

### **Grupo de foco**

Dentre os métodos de avaliação, o grupo de foco está definido como um dos mais informais, tendo apenas uma lista de assuntos que deve ser seguida para a entrevista com os usuários. Segundo Nielsen (1993), este método permite observar as reações de forma a levantar problemas inesperados e a evidenciação de aspectos do projeto mais importantes para os usuários, sendo um método rápido na obtenção de informações com um número significativo de usuários.

### **Card Sorting**

Este método é muito utilizado para auxiliar projetos de interfaces gráficas, no design de interação, na avaliação da usabilidade e auxilia principalmente na compreensão do entendimento do usuário e na categorização de informações apresentados na interface.

Sua finalidade é gerar uma estrutura de informação da interface ou avaliar uma já existente, assim esta técnica é indicada como apoio na rotulação e organização de sistemas computacionais (NASCIMENTO, 2009).

### **Avaliação cooperativa**

A avaliação cooperativa é utilizada em geral com uma interface pronta ou em desenvolvimento, durante o ciclo de desenvolvimento. A avaliação cooperativa permite verificar pontualmente os problemas mais importantes com o mínimo de esforço possível, e tem como especificidade o feedback inicial sobre o a alteração de alguma tela ou detalhes na interface (NIELSEN, 1993).

### **Teste de usabilidade**

Os testes de usabilidade possuem como principal foco a avaliação da qualidade de interação do usuário com o sistema e medir esses impactos sobre a interação identificando na interface os aspectos que geram desconforto (CYBIS, 2010).

Os testes de usabilidade, porém, necessitam de usuários em um ambiente real ou muito próximo do real. Os avaliadores desenvolvem as atividades que os participantes da pesquisa vão realizar. Durante a realização da tarefa, os avaliadores estarão acompanhando e monitorando cada decisão do usuário (NIELSEN, 1993).

### **Métodos indiretos**

Os métodos indiretos não necessitam da presença de usuários para a sua realização, alguns exigem apenas a presença de profissionais especializados na área específica do sistema em teste ou em usabilidade. Os métodos indiretos mais utilizados na análise de interfaces são a avaliação heurística e o percurso cognitivo (MACHADO, et al., 2014)

### **Avaliação heurística**

A avaliação heurística é um método de inspeção criado por Jacob Nielsen e Molich (1993), sendo um dos métodos mais utilizados para identificar problemas de sistemas. Esta é uma avaliação sistemática que pode ser aplicada por meio de uma lista de critérios, denominados heurísticas, que devem ser observados na interface, a fim de perceber futuros problemas, que podem causar desconforto ao usuário, e que possam ser resolvidos antes da entrega do sistema. (NIELSEN, 1993).

A principal aplicação da avaliação heurística é verificar a usabilidade de determinada interface. É necessário portanto, a participação de especialistas da área de usabilidade ou ergonomia que possam julgar criteriosamente sua conformidade ergonômica, com base em princípios reconhecidos pela usabilidade (NIELSEN, 1993).

### **Percurso cognitivo**

O percurso cognitivo também chamado de inspeção cognitiva é diferente de outros métodos por além de verificar a conformidade ergonômica, avalia os aspectos cognitivos do usuário durante a interação (OLLÄY e KANAZAWA 2020). É uma técnica que possui como principal objetivo avaliar a facilidade de aprendizagem da interface pelo usuário, principalmente com foco na aprendizagem por meio da exploração (LIMA, 2003).

O usuário na maioria das vezes prefere aprender a utilizar uma nova interface pela exploração, percorrer diversos caminhos e adquirir conhecimento à medida que necessita, ao invés de ler algum tipo de orientação que esteja disponível para usuários novatos Machado, et al., (2014).

Nesse cenário da realização de testes, observa-se a necessidade da interação e entrosamento das equipes entre si, e principalmente na relação com usuários (HARTSON E PYLA, 2012) cabendo uma ação ergonômica nesse aspecto.

Os aspectos dos testes de usabilidade aqui citados, foram escolhidos como exemplo para demonstrar a importância da ergonomia, no desenvolvimento de sistemas, em especial no caso das interfaces com o usuário.

### **Testes de Eficiência**

O teste de performance consiste em executar determinada operação e registrar o tempo gasto, avaliando se está dentro dos padrões definidos. Pode ser importante, tendo ou não sido este aspecto previsto para os requisitos do sistema, principalmente nas operações que serão realizadas com grande frequência e de forma iterativa. Longos tempos de espera são um fator de desgaste para o usuário, além de desperdício de recursos para a organização (WAZLAWICK 2013).

Uma vez que o sistema tenha sido totalmente integrado, é possível testá-lo para propriedades não funcionais, como desempenho e confiabilidade, estabelece assim Sommerville (2011), onde afirma ainda que os testes de desempenho precisam ser especificados para confirmar que o sistema tenha desempenho para processar a carga de trabalho a que se destina.

### **Testes de Manutenibilidade**

A manutenção de software é o processo mudança em um sistema a partir da condição em que ele é liberado para o usuário. De acordo com Sommerville (2011), as alterações feitas no software podem ser simples mudanças para correção de erros de codificação, até alterações mais complexas para correção de erros de projeto, ou melhorias significativas para corrigir erros de especificação ou incluir novos requisitos.

Existem três diferentes tipos de manutenção de software:

1. Correção de defeitos. Erros de codificação são relativamente simples para serem corrigidos; porém os erros de projeto ou requisitos são mais complicados, pois podem implicar reescrever vários componentes de programa.

2. Adaptação ambiental. Esse tipo de manutenção é necessário quando algum aspecto do ambiente do sistema, como o hardware, ou versão do sistema operacional sofre uma mudança.

3. Adição de funcionalidade. Esse tipo de manutenção é necessário quando os requisitos de sistema mudam em resposta às mudanças organizacionais ou de negócios. A dimensão da manutenção nesse caso, é muito maior do que para os outros tipos de manutenção.

A manutenção, reafirma Wazlawick (2013), é possivelmente, a atividade mais crítica e urgente no processo de software, porque se destina a eliminar problemas que não deveriam existir. O custo dessas atividades será absorvido pelos desenvolvedores, ou teve um custo adicional, caso previsto em contrato.

Em geral os gestores odeiam surpresas, especialmente quando resultam em elevados custos inesperados. Através da ergonomia organizacional, pode orientar a tentar prever quais situações através de cuidados a especificação dos requisitos e gerência de testes durante o desenvolvimento. Por outro lado, Sommerville (2011), afirma que, prever o número de solicitações de mudança para um sistema requer uma compreensão do relacionamento entre o sistema e seu ambiente externo, e por possuir um relacionamento muito complexo as mudanças nesse ambiente inevitavelmente resultam em alterações, mas que podem ser minimizadas.

### **Testes de Portabilidade**

A portabilidade de um sistema avalia o grau de dificuldade com que o software pode ser transferido de um ambiente de hardware ou software para outro, mantendo

suas funcionalidades, segundo Wazlawick (2013), sem que seja necessário aplicar ações ou meios externos, além daqueles fornecidos com o próprio software.

Ao desenvolver um novo sistema de software, os projetistas definem um conjunto de atributos de qualidade ou requisitos não funcionais que o sistema deverá suportar. Exemplo destes requisitos pelo padrão IEEE-Std 830-1993 são desempenho, portabilidade, manutenibilidade e escalabilidade (GONÇALVES, MARTINS, CARREIRA, LOPES e NUNES, 2004).

Portabilidade pode ser definida como a facilidade na qual o software pode ser transferido de um ambiente para outro. Em outras palavras, o software é dito portátil se ele pode ser executado em ambientes distintos. Note que o termo ambiente pode referir-se tanto à plataforma de hardware quanto a um ambiente de software como, por exemplo, um sistema operacional específico.

### **Teste de Interface com Usuário**

O teste de interface com usuário tem como objetivo verificar se a interface permite realizar, de forma correta as, atividades previstas nos casos de uso. Mesmo que as funções estejam corretamente implementadas, isso não significa necessariamente que a interface funcione conforme esperado, sendo é necessário realizar testes de forma objetiva e específica (WAZLAWICK 2013).

O tema das interfaces com o usuário ou interface home computador – IHC, foi tratada especificamente no capítulo anterior, por se tratar de um tema bastante crítico dentro do sistema software-hardware-usuário.

## APÊNDICE N – INFRAESTRUTURA DE TI

### Infraestrutura de TI

A Tecnologia da Informação (TI) tem papel importante no cenário estratégico das organizações, uma vez que torna seus processos mais ágeis e transparentes. A cada dia mais atividades estão sendo automatizadas e, segundo Flores (2012), por outro lado, a TI vem trazendo também novos problemas em virtude do rápido crescimento do parque de computadores, sistemas, redes de comunicação, e toda a infraestrutura de apoio. Esse crescimento não ordenado causa uma série de transtornos para os gestores de TI, e toda essa infraestrutura precisa ser bem administrada (TEODORO; PRZEYBILOVICZ, 2014).

Dentro desse contexto, para atender mais especificamente às necessidades do desenvolvimento de um sistema, a organização deverá dispor de toda uma infraestrutura de apoio em TIC<sup>11</sup>, para a realização das tarefas relativas a todo o ciclo de vida do software.

Tal infraestrutura deverá comportar as demandas das diversas equipes, desde a fase de levantamento dos requisitos, definição do escopo, elaboração da EAP, modelagem do sistema, à fase da implementação em si e a todos os testes a serem realizados e serviços paralelos como documentação e acompanhamento das atividades. Isso sem falar da estrutura administrativa e de apoio da organização, que atuam de forma direta ou indireta (FLORES, 2012).

Vamos neste apêndice, abordar os componentes dessa infraestrutura, a importância de sua gestão pelas organizações, e como esse tema pode ser apoiado sob a ótica da ergonomia.

Observando os processos de software abordados no capítulo desenvolvimento de sistemas, vamos considerar nessa pesquisa três aspectos, em termos de infraestrutura: para as atividades de desenvolvimento, para as atividades de testes e para as equipes de apoio e áreas administrativas da organização.

Inicialmente abordamos os aspectos e considerações comuns para as três situações e no final um enfoque específico sobre cada caso.

---

<sup>11</sup> TIC, ou Tecnologia da Informação e Comunicação, é um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam, por meio das funções de hardware, software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem nas organizações.

### **Componentes da Infraestrutura de TI**

A TI é abrangente e considera como parte integrante toda a infraestrutura, que vai desde o espaço físico até as pessoas que dão suporte para o bom funcionamento, e ainda todos os sistemas de informações na organização: o hardware, o software, o sistema de redes de comunicações, bancos de dados e procedimentos operacionais da organização (GASPAR et al., 2010).

Assim, conforme Flores (2012), infraestrutura de TI é a junção das máquinas, programas e pessoas que trabalham com a TI dentro de uma organização, onde o hardware o software são o foco das áreas de TI. Dado o crescente tamanho e importância da TI dentro das organizações, desenvolveu-se a área de Gestão de Infraestrutura de TI.

Para gerenciar estes crescentes recursos tecnológicos e humanos, as organizações utilizam sistemas e ferramentas de gerenciamento, que devem servir de apoio para essa tarefa, orientando e documentando todo o trabalho realizado na área, dentro da organização.

Isto é importante, pois gera rastreabilidade e permite que a organização mantenha o mesmo padrão de qualidade durante um longo período de tempo, permitindo a melhoria contínua dos processos (FLORES, 2012). Porém, além de servir como base para a execução das tarefas, o sistema de gerenciamento pode cumprir o papel de controle e rastreabilidade, permitindo que sejam analisados resultados dentro de um determinado período.

A estratégia organizacional é um processo de suma importância para a manutenção e evolução das organizações, no entanto, o aumento das diretrizes estratégicas na camada operacional muitas vezes é menosprezado.

Assim, é recomendado aos responsáveis pela gestão de infraestrutura de TI que observem as metas estratégicas da organização, e assim estabeleçam diretivas para seu funcionamento, devendo ainda prever a implementação necessária no nível operacional (HONORATO; OKANO; LOBO, 2020).

### **Infraestrutura de Hardware**

O hardware corresponde toda a parte física, composta de equipamentos e instalações, necessários para que os sistemas de informação funcionem em uma organização, permitindo que os colaboradores executem suas atividades. Fazem

parte do hardware, computadores, monitores, impressoras, equipamentos de rede, servidores, periféricos e instalações de infraestrutura. É comum este ser o elemento onde as organizações investem a maior parte dos recursos, visto que muitas vezes a velocidade de execução de uma tarefa ou processo está ligada à qualidade do hardware (FLORES, 2012).

A qualidade dos equipamentos disponibilizados para as equipes de trabalho impactará diretamente nos resultados e em sua satisfação no trabalho, sendo importante sua adequada especificação. Reforçando esse aspecto, na pesquisa realizada por Gaspar et al. (2010), demonstrou-se que as informações provenientes dos funcionários mostraram um retorno positivo em relação à implantação do projeto de infraestrutura de TI utilizado na organização.

O conceito de hardware compreende ainda todos os dispositivos físicos e equipamentos utilizados no processamento de informações, servidores, unidades para backup onde residem os programas, ferramentas e serviços disponibilizados para as equipes (GASPAR et al., 2010).

### **Infraestrutura de Software**

Chamamos de software todos os sistemas que residem no hardware, são os programas, as aplicações, as ferramentas e os sistemas de informações gerenciais (SIG) que as organizações utilizam. Ainda incluem sistemas de banco de dados, sistemas operacionais e aplicativos de escritório. Possuem como custo principal as licenças de uso, que são contempladas pelos fabricantes (FLORES, 2012).

### **Dados institucionais**

Os dados são um recurso organizacional essencial que precisa ser administrado como outros importantes ativos das organizações, onde estes são organizados de forma lógica em registros e bancos de dados, que geram valiosas informações para seus usuários (GASPAR et al., 2010).

Sua modelagem requer uso de diversas técnicas que vão desde a abstração, nas etapas de modelagem dos dados, aos conceitos como de Modelo Entidade Relacionamento a serem utilizados na construção do modelo, requerendo tempo e investimentos (MARTINS, 2007).

Basicamente, um sistema de banco de dados distribuído (SGBD) é uma estrutura de software que permite que dados sejam armazenados, organizados,

protegidos, atualizados, acrescentados, excluídos e acessados sempre que necessário, devendo corresponder à demanda que a aplicação que o utiliza exige. Por questões de praticidade, convencionou-se chamar os SGBDs. Esse tipo é muito utilizado em sistemas de ERP (sistemas de gestão organizacional), CRM (dados de relacionamento com o cliente), controle financeiro e diversas outras aplicações, onde os dados são estruturados de forma relacional (CAMPOS; CARVALHO, 2008).

Por meio dessas informações, todo o funcionamento da organização é catalogado. Pode-se dizer que em todo lugar há um banco de dados. No menor dos negócios, ao utilizar um software para organização financeira, por exemplo, está sendo usada uma espécie de banco de dados, porém, simplificada e automatizada, que armazena, processa e dispõe as informações sobre as finanças do negócio (COLAÇO JÚNIOR, 2005).

Segundo Campos et al. (2008), a qualidade dos dados é o ponto alto. A integridade dos dados precisa ser garantida. Por isso, existem mecanismos como o backup. Uma falha de energia ou um erro humano pode corromper informações, e esses mecanismos tornam possível a recuperação desses dados. A segurança dos dados também é muito importante. Esse enfoque em banco de dados tem relevância, pois as informações são o maior patrimônio de uma organização. Para o gestor do banco de dados, é muito importante utilizar os sistemas de segurança oferecidos pelos próprios SGBDs, além de outras alternativas.

Tanto a segurança física, que é a própria integridade do hardware e do local de armazenamento da informação, quanto a segurança digital, precisam ser reforçadas. Para isso, ressalta Colaço Júnior (2005), existem controles de acesso e mecanismos de defesa contra invasões e rupturas.

A informação administrada pela organização e mantida através da infraestrutura também é um ativo fundamental para o negócio. A gestão de segurança da informação é o processo de reduzir riscos relativos à informação, área bastante crítica, necessitando equipamentos, software e equipe de suporte específica (CUNHA, 2016).

### **Gestão de redes**

Com os avanços tecnológicos, o compartilhamento da informação evoluiu em formato, extensão e amplitude. As informações estão disponíveis em vários domínios, e é compartilhada instantaneamente, através da internet (MARTINS, 2020).

As redes de informação, de acordo com Martins (2020), são responsáveis por reunir pessoas e organizações para a troca de informações, e as redes de informação vinculadas a unidades de informação têm por objetivo o compartilhamento da informação entre pessoas e organizações, que visa a organização, disseminação e recuperação dessa informação.

A infraestrutura de redes, com todos os seus requisitos, é essencial para o êxito dos processos em todas as organizações. As redes de dados são formadas por computadores, processadores de comunicações e outros dispositivos interligados por meios de comunicações e controlados por softwares de comunicações. Além disso, precisa de uma infraestrutura, em geral, complexa, para a transmissão das informações, envolvendo cabos, fibras óticas e equipamentos de transmissão por rádio (Wi-Fi) (ARAÚJO, 2017).

O conceito de recursos de rede enfatiza que as tecnologias e redes de comunicações são um componente fundamental de todo sistema de informação, e incluem:

**Meios de comunicações:** Como cabo paralelo-trançado, cabos coaxiais e de fibra óptica, micro-ondas, celular e tecnologias de satélite.

**Infraestrutura de rede:** essa categoria inclui todo o hardware e software necessários para dar suporte a operação e uso de uma rede de comunicações. Inclui processadores de comunicações, como modems, switches e roteadores, além de software de controle de comunicações, como sistema operacional de rede e programas navegadores para internet (Araújo, 2017).

O Suporte representa uma outra necessidade fundamental para as organizações, dispondo normalmente de um setor de Tecnologia de Informação (TI) próprio ou terceirizado através de outsourcing. Este setor normalmente é responsável pelos serviços relacionados à tecnologia e ao gerenciamento de processos e informações dentro da organização, e tem ganho cada vez mais espaço e recursos para seu funcionamento (FLORES, 2012).

Existe uma correlação entre “o negócio”, redes e a sua gestão porque uma organização “informatizada”, necessita de ter um conjunto de aplicações e serviços em ótimo estado de funcionamento para que o negócio da organização não seja comprometido.

Os serviços de TI têm a função de monitorar estes sistemas, de forma a que os colaboradores da organização possam ter as condições necessárias para elaborarem

as suas funções, sem comprometer o seu negócio e a sua produtividade. Na maioria dos casos a indisponibilidade dos sistemas significam perdas e desgastes para a organização e sobretudo, para a gestão de tecnologia da informação (ANDRADE, 2015).

É natural ocorrerem falhas, tais como humanas, ou dos próprios equipamentos, mas é exigido aos colaboradores de IT que minimizem ou, caso seja possível, eliminem as ocorrências dessas falhas. Para se poder atingir este objetivo, Andrade (2015), os administradores de redes têm de possuir um conjunto de conhecimentos e dispor da ajuda de sistemas de monitorização, contribuindo para que essas falhas sejam detectadas antecipadamente ou as correções dessas falhas sejam automatizadas.

Fundamental o gerenciamento da infraestrutura de redes, pois as organizações precisam garantir a disponibilidade dos serviços. Conforme Freitas (2001), Além desta visão qualitativa, uma separação funcional de necessidades no processo de gerenciamento foi apresentada pela ISO (International Organization for Standardization), como parte de sua especificação de Gerenciamento de Sistemas OSI. Esta divisão funcional foi adotada pela maioria dos fornecedores de sistemas de gerenciamento de redes para descrever as necessidades de gerenciamento: Falhas, Desempenho, Configuração, Contabilização e Segurança.

Disponibilidade refere-se ao tempo durante o qual uma rede ou serviço está disponível para seus usuários. A disponibilidade está vinculada à redundância, confiabilidade, estabilidade e período de tempo entre falhas, a capacidade de lidar com as falhas e à recuperação no caso de interrupções nos serviços (PINHEIRO; CARVALHO; PRADO, 2010).

### **O Datacenter**

O datacenter pode ser considerado a parte central de uma infraestrutura de tecnologia de uma organização. Normalmente se referem a salas ou prédios projetados para disponibilizar a infraestrutura básica de apoio como as necessidades de energia, climatização, sistemas de combate a incêndio e os equipamentos de TIC onde residem os sistemas, serviços além dos equipamentos de redes.

O conceito de datacenters conforme cita Faccioni Filho (2016), passou a exigir uma padronização tecnológica, a qual permite instalações fáceis e aprimoradas dos computadores, e essa padronização surge nas décadas de 2000 e 2010, com a

criação de normas internacionais sobre o tema, visando a desenvolver modelos de infraestrutura para os datacenters.

O autor ainda ressalta que essas normas não estão voltadas aos computadores em si, ou às tecnologias de eletrônica, hardware e softwares de rede, mas sim aos ambientes físicos apropriados para receber quaisquer tipos de equipamentos necessários para o funcionamento adequado e ininterrupto do sistema computacional, tomado como um conjunto.

Esse novo conceito de datacenter está relacionado a dois conceitos fundamentais:

**Disponibilidade** refere-se à capacidade do datacenter de entregar serviços a qualquer momento, sem interrupções. Ou seja, a disponibilidade ideal é que o datacenter funcione ininterruptamente 100% do tempo.

**Acessibilidade** refere-se à capacidade de acesso dos usuários ao conjunto de equipamentos e serviços que o datacenter provê, a partir de regras de segurança, velocidade e níveis de acesso.

Aspectos de energia, climatização e acesso, tem sido foco de novas tecnologias como as salas seguras, haja visto o valor institucional dos dados em uma organização. A vantagem de investir em infraestrutura e redundância de sistema básicos está na garantia da disponibilidade do sistema, e um mínimo MTBF<sup>12</sup> (LUCIANO; TESTA; ROHDE, 2007).

Devido à importância dos dados para todas as atividades de TI, a disponibilidade se torna o ponto focal de um datacenter. Sistemas de automação dedicados à gestão e ao monitoramento de datacenters são forças emergentes e representarão parte expressiva de todas as novas instalações. Esses sistemas são chamados de Sistemas de Gestão da Infraestrutura de Data Centers, ou DCIM - Data Center Infrastructure Management (FACCIONI FILHO, 2016).

### **A importância de uma infraestrutura adequada**

A adequação de uma infraestrutura de TIC à uma organização é um tema bastante explorado e com o passar dos anos foram criadas novas áreas, tecnologias e normas para sua gestão.

---

<sup>12</sup> O MTBF, Mean Time Between Failures, é a métrica que se refere à média de tempo decorrente entre uma falha e outra.

Atualmente, uma boa Gestão de Infraestrutura de TI pode levar uma organização a otimizar os recursos e os processos do próprio setor e da organização como um todo, além de dar mais resultados e ter colaboradores mais motivados a trabalhar.

Através de uma infraestrutura tecnológica de qualidade, consegue-se criar um bom ambiente de trabalho e com isso motivar os funcionários. E assim, por estar presente e tão impactante em todos os setores da organização é que a Gestão de Infraestrutura de TI é tão importante (FLORES, 2012).