

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTUDO DAS PRÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO COM ENFOQUE EM
FATORES AMBIENTAIS E PERFIS DOS USUÁRIOS**

JADIELSON ALVES DE MOURA

Orientador: Profa. Ana Paula Cabral Seixas Costa, D.Sc.

RECIFE, NOVEMBRO / 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTUDO DAS PRÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO COM ENFOQUE EM
FATORES AMBIENTAIS E PERFIS DOS USUÁRIOS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

JADIELSON ALVES DE MOURA

Orientador: Profa. Ana Paula Cabral Seixas Costa, D.Sc.

RECIFE, NOVEMBRO / 2011

Catálogo na fonte
Biblioteca Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M929e Moura, Jadelson Alves de.
Estudo das práticas no desenvolvimento de sistemas de apoio a decisão com enfoque em fatores ambientais e perfis dos usuários / Jadelson Alves de Moura. - Recife: O Autor, 2011.
ix, 78 folhas, il., gráfs., tabs.

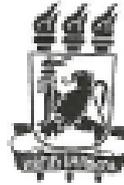
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Cabral Seixas Costa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2011.
Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia de Produção. 2. Sistemas de apoio a decisão. 3. Modelo de ciclo de vida. 4. Fatores ambientais organizacionais. 5. Perfis dos usuários. I. Costa, Ana Paula Cabral Seixas (Orientadora). II .Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2011-264



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

JADIELSON ALVES DE MOURA

**“ESTUDO DAS PRÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE
APOIO A DECISÃO COM ENFOQUE EM FATORES AMBIENTAIS E
PERFIS DOS USUÁRIOS”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a)
primeiro(a), considera o candidato JADIELSON ALVES DE MOURA
APROVADO.

Recife, 10 de novembro de 2011.

Prof. ANA PAULA CABRAL SEIXAS COSTA, Doutor (UFPE)

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA FILHO, Doutor (UFPE)

Prof. ANDRÉ FÉLIX DE ALBUQUERQUE FELL, Doutor (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me deu o dom da vida e guia-me sempre em seu caminho.

À minha mãe, ao meu pai, aos meus irmãos e à minha sobrinha pela força, pelo amor e pelo apoio incondicional em todas as escolhas da minha vida, e que são as pessoas que mais amo.

À minha orientadora Ana Paula Cabral pela confiança, coragem, incentivos e conselhos durante essa difícil caminhada.

Ao PPGEP, em especial aos professores, que me enriqueceram bastante com seus conhecimentos científicos e culturais.

Aos meus novos amigos de luta, em especial Lúcio Camara, que me deram bastante força e muito contribuíram com seus conhecimentos acadêmicos e quotidianos.

Aos meus amigos-irmãos que a vida me deu a chance de conhecer e conviver, Gabriel Vasconcelos, Danilo Soares e Eduardo Lira, pelas farras, incentivos e conselhos que irei levar para o resto da vida.

A Aline Siqueira pelo companheirismo e força nos momentos mais alegres e mais difíceis nessa caminhada.

E por fim, a todos aqueles que me ajudaram a chegar a esse objetivo, que constitui mais um na minha vida.

RESUMO

A utilização de Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) tem se tornado mais frequente no âmbito empresarial, bem como em algumas decisões pessoais. Porém, a análise, o desenvolvimento e a implantação desse tipo de sistema não é uma tarefa trivial. Os analistas responsáveis por todo ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, encontram várias dificuldades nas análises das necessidades dos usuários e na futura satisfação no uso do sistema. Esse tipo de problemática provém, em muitos casos, da necessidade de considerar além das necessidades básicas do usuário, também considerar os fatores ambientais que impactam nas suas atividades, bem como características do seu perfil. Diante da complexidade exposta, faz-se necessário a criação de um modelo de ciclo de vida para o desenvolvimento do SAD, que considere os fatores ambientais inerentes às atividades e aos perfis dos usuários, aglutinando-os nas estruturas do SAD. Esse estudo visa à proposição de recomendações e melhores práticas para os analistas responsáveis pelo desenvolvimento do SAD, identificando as fases críticas para cada estrutura do mesmo, criando um modelo de ciclo de vida com essas fases, bem como as iterações entre elas.

Palavras-chave: sistemas de apoio a decisão, modelo de ciclo de vida, fatores ambientais organizacionais, perfis de usuários.

ABSTRACT

In use of Decision Support Systems (DSS) has become more often in the business, as well as personal decisions. However, the analysis, development and deployment of such a system are not a trivial task. The analysts responsible for the entire life cycle of the development of the DSS found several difficulties in the analysis of users requirements and future satisfaction in the use of the system. This type of problem arises in many cases by the necessity to consider beyond the basic needs of the user, also consider environmental factors that impact on their activities, as well as characteristics of their profile. Given the complexity exposed, it is necessary to create a life cycle model for developing DSS, which considers the environmental factors inherent to the activities and users profile, bonded them into structures of the DSS. This study aims to the implementation of recommendations and best practices for analysts responsible for the development of the DSS, identifying the critical phases of the same for each structure, creating a model of life cycle with these phases, as well as the interactions between them.

Keywords: decision support systems, model lifecycle, organizational environmental factors, user profiles.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	3
1.2	Objetivos.....	4
1.2.1	Objetivo Geral	4
1.2.2	Objetivos Específicos	4
1.3	Método de Pesquisa.....	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
2	BASE CONCEITUAL	6
2.1	Engenharia de <i>Software</i>	6
2.1.1	Ciclo de Vida Clássico	7
2.1.2	Modelo por Prototipação.....	8
2.1.3	Modelo Espiral	10
2.1.4	Modelos Ágeis.....	11
2.2	Processo de Tomada de Decisão	12
2.2.1	Tipos de Decisão	16
2.3	Sistemas de Apoio a Decisão	16
2.3.1	Arquitetura de SAD	17
2.3.2	Metodologias de Desenvolvimento de SAD	19
2.4	Projeto de Interface e Aspectos Cognitivos.....	22
2.4.1	Modelos Cognitivos.....	23
2.5	Fatores de Sucesso para o SAD	24
2.5.1	Satisfação do Usuário	26
3	CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PERFIS DE USUÁRIOS DE SAD	28
3.1	Aspectos Ambientais e Sistêmicos.....	29
3.1.1	Esfera Ambiental	30
3.1.2	Esfera Sistêmica	31
3.2	Categorização das Estruturas de Perfis de Usuários do SAD	34
3.2.1	Fatores Ambientais	34
3.2.2	Estruturas do SAD	37

4	RECOMENDAÇÕES DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SAD CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA E FATORES AMBIENTAIS	44
4.1	Estrutura para Avaliação dos Modelos.....	45
4.2	Recomendações para a Estrutura de SAD	52
4.2.1	Primeira Estrutura do SAD	54
4.2.2	Segunda Estrutura de SAD.....	56
4.2.3	Terceira Estrutura de SAD	60
4.2.4	Quarta Estrutura de SAD	63
4.2.5	Quinta Estrutura de SAD	67
4.3	Melhorias esperadas pela utilização das estruturas de SAD propostas	70
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	72
5.1	Conclusões.....	72
5.2	Limitações.....	74
5.3	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1: O ciclo de vida clássico</i>	7
<i>Figura 2.2: O ciclo de desenvolvimento por prototipação</i>	9
<i>Figura 2.3: Modelo em espiral do processo de software de Boehm</i>	11
<i>Figura 2.4: Modelo do processo de decisão</i>	14
<i>Figura 2.5: Elementos de uma decisão</i>	15
<i>Figura 2.6: Arquitetura do SAD</i>	18
<i>Figura 2.7: Framework Adaptativo para SAD</i>	20
<i>Figura 2.8: Modelo de satisfação do usuário</i>	26
<i>Figura 3.1: Framework – Sistemas de informação</i>	31
<i>Figura 3.2: Fatores ambientais que influenciam as estruturas dos componentes de um SAD</i>	35
<i>Figura 4.1: Fatores que influenciam na adaptação do ciclo de vida do desenvolvimento de software para o ciclo de vida do desenvolvimento de SAD</i>	45
<i>Figura 4.2: Fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas</i>	47
<i>Figura 4.3: 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas</i>	51
<i>Figura 4.4: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD</i>	52
<i>Figura 4.5: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a primeira estrutura</i>	56
<i>Figura 4.6: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a segunda estrutura</i>	59
<i>Figura 4.7: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a terceira estrutura</i>	63
<i>Figura 4.8: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a quarta estrutura</i>	66
<i>Figura 4.9: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a quinta estrutura</i>	69

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1: Demonstrativo dos aspectos ambientais e capacidades do SAD.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 3.2: Demográficos associados com as estruturas específicas de SAD</i>	<i>42</i>

1 INTRODUÇÃO

Transformações tecnológicas que ocorreram em todo o mundo, ao longo do século XX e até os dias atuais, influenciaram consideráveis mudanças socioeconômicas nas mais diversas áreas de mercado e de pesquisa, fazendo-se necessária uma emergente adaptação das organizações ao dinamismo socioeconômico imposto por essas mudanças. A tecnologia da informação está na vanguarda destas transformações incorporando novos contextos e até mesmo novas culturas organizacionais, ditadas pela necessidade crescente de novas informações. A tecnologia da informação, particularmente as tecnologias na engenharia de software, é um dos fatores chave que conduz o progresso no século XXI (CHENG, 2001).

As tecnologias da informação foram responsáveis por grande parte das transformações organizacionais por meio da sistematização de atividades e serviços, que forneceram maior agilidade, padronização e redução de custos dos processos organizacionais. Segundo Cheng (2001), o rápido desenvolvimento da tecnologia da informação, novas tecnologias e novos produtos, não só tem impulsionado o desenvolvimento da economia mundial, como também produziu um profundo impacto sobre as tecnologias e provocou mudanças no estilo de trabalho e de vida das pessoas.

Sendo assim, os sistemas de informação, que eram criados por empresas especializadas em *software* e até mesmo dentro das próprias organizações, eram inseridos de forma crescente nas diversas áreas da empresa. Entretanto, havia sérios problemas correlacionados à implementação e manutenção dos sistemas, que necessitavam de padrões e modelos de desenvolvimento para os *softwares* que eram criados (PRESSMAN, 1995).

Os modelos de desenvolvimento foram criados e, com o passar do tempo, adaptaram-se às novas necessidades do mercado, diante do surgimento de novos requisitos na área de negócios, tais como rapidez, adaptabilidade, eficácia, eficiência e entre outros requisitos importantes. Essas novas necessidades foram responsáveis pelas mudanças nos paradigmas do ciclo de vida da engenharia de *software*.

A popularização e a flexibilidade, no desenvolvimento de *softwares* específicos para diversas áreas, tornaram esses *softwares* peças importantes no processamento de informações e consecutivamente tornam-se elementos fundamentais no processo de tomada de decisão. Esses *softwares*, denominados como Sistemas de Apoio a Decisão (SAD), são sistemas computacionais interativos que têm como objetivo auxiliar tomadores de decisão a utilizar

dados, modelos e estruturas de maneira que estes possam ajudar a resolver problemas e tomar decisões (BOHANEK, 2001).

Entretanto, os SADs se diferenciam dos demais tipos de sistemas baseados em *software*, por apresentarem além de uma base de dados, a qual armazena os dados sobre o problema em questão; também possui uma base de modelos, que armazena os modelos de apoio à decisão que serão utilizados sobre os dados armazenados na base de dados. Entre a camada de dados e de modelos e o usuário final, encontram-se a camada de diálogo, que é responsável pela comunicação entre os dados extraídos das bases de dados e de modelos com o usuário, através de interfaces amigáveis e de fácil análise (SHIM et. al., 2002). Se o sistema de *software* deve atingir todo o seu potencial, é essencial que sua interface com o usuário seja projetada para combinar as habilidades, experiências e expectativas dos usuários previstos (SOMMERVILLE, 2007).

Visto isso, os usuários são fatores essenciais para o sucesso da implementação e manutenção dos SADs. Suas características pessoais devem sempre ser estudadas com o objetivo de enquadrar seus aspectos cognitivos no sistema que eles utilizarem. Mas, nas organizações que possuem grandes sistemas, em que vários usuários os utilizam, é essencial um estudo dos possíveis grupos que utilizam ou utilizarão o SAD, incorporando não só os aspectos cognitivos dos indivíduos pertencentes ao grupo, mas também todos os aspectos ambientais que circundam os usuários, incluindo aspectos motivacionais que levarão a uma utilização mais eficaz e efetiva do SAD.

O objetivo desse trabalho visa à adaptação de um modelo de desenvolvimento de *software*, com seu respectivo ciclo de vida, para um modelo que forneça suporte para o desenvolvimento do SAD, bem como a proposição de fases críticas no ciclo de vida do desenvolvimento do sistema. O modelo adaptado deverá considerar as estruturas do SAD que serão identificadas e suas principais características.

A identificação dessas estruturas do SAD, considerando os fatores ambientais, bem como os perfis de cada usuário, proverá a criação de modelos que foquem em cada estrutura do SAD. Esses modelos facilitarão a identificação das fases críticas no ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, auxiliando os analistas na construção do sistema, através de recomendações relevantes sobre essas fases críticas. A adoção das recomendações para as estruturas do SAD facilitarão o desenvolvimento do mesmo, assim como o atendimento às

expectativas dos usuários em tempo ágil, fornecendo um sistema que se enquadra no perfil do usuário.

1.1 Justificativa

Os SADs atuais normalmente são desenvolvidos visando a auxiliar decisores em problemas decisórios não estruturados, entretanto, também podem ser utilizados para problemas semiestruturados (SHIM et. al., 2002). As decisões não estruturadas requerem maior atenção do problema decisório, tanto do analista, que é responsável pelo desenvolvimento do SAD, quanto do decisor, que será responsável pela escolha da melhor alternativa para o problema, necessitando de constantes e evolutivas interações entre o analista e o decisor.

A relação entre o analista e o decisor é o fator primordial para o sucesso do desenvolvimento do SAD, uma vez que o analista deve não apenas elicitar requisitos do problema, mas também considerar as características relativas ao perfil do decisor (SPRAGUE & WATSON, 1991), bem como seus valores individuais (HALL & DAVIS, 2007). O sucesso do SAD vai estar muito ligado ao uso eficiente dele por parte do usuário, e, para atingir essa eficiência, é necessário motivar o uso do SAD através de um sistema cognitivamente adaptado para cada perfil de usuário.

Sendo assim, a inserção dos aspectos ambientais e dos perfis de usuários nas análises do SAD tende a diminuir a resistência dos usuários na utilização de um sistema, fazendo com que os usuários tenham satisfação em sua utilização. Essa motivação com facilidade no uso do SAD vai melhorar consideravelmente a eficiência das atividades realizadas, diminuindo o intervalo de tempo necessário para executá-la e consecutivamente diminuindo os custos empregados nessa atividade (MOREAU, 2006).

Diante do exposto, justifica-se a escolha do tema, pelo motivo de atualmente não se ter um modelo específico para desenvolvimento do SAD, que priorize fases críticas do ciclo de vida do SAD e forneça recomendações aos analistas do sistema. Portanto, a implementação de um modelo baseado nas estruturas do SAD, que englobe além do ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, os aspectos ambientais que circundam as atividades dos usuários, bem como os perfis dos usuários.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é identificar recomendações de melhores práticas no desenvolvimento de Sistema de Apoio a Decisão (SAD), enfatizando os aspectos ambientais organizacionais e os perfis dos usuários.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral desse trabalho serão necessários vários objetivos específicos:

- Avaliar metodologias de desenvolvimento de *softwares* clássicas e ágeis;
- Estudar as principais características de SAD;
- Estudar metodologias de desenvolvimento de SAD;
- Estudar a influência dos fatores ambientais no desenvolvimento de um SAD, assim como os perfis e aspectos cognitivos dos usuários;
- Identificar estruturas de SAD que englobem os fatores ambientais, perfis e cognição dos usuários.
- Propor recomendações sobre as fases críticas para cada estrutura de SAD identificada.

1.3 Método de Pesquisa

O procedimento metodológico de elaboração da dissertação inicia-se com revisão bibliográfica dos principais ciclos de vida de desenvolvimento de *software*, a fim de elaborar uma possível metodologia que auxilie no desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão. Para isso, será necessária a revisão dos principais conceitos de engenharia de *software*, abrangendo os mais importantes modelos clássicos e atuais na literatura sobre o tema.

Serão abordados os conceitos de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), sua arquitetura, tecnologias e modelos de desenvolvimento, bem como as metodologias de desenvolvimento do SAD disponíveis na literatura específica. O estudo do comportamento humano na utilização do SAD, dos fatores ambientais, dos perfis e fatores motivacionais dos usuários, serão pontos fundamentais na pesquisa.

Sendo assim, o modelo de desenvolvimento do SAD com ênfase nas estruturas do SAD, bem como nos perfis dos usuários, é resultado de uma revisão bibliográfica, dos

assuntos, até então, descritos. Uma vez proposto, o modelo do ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, adaptado do ciclo de vida do desenvolvimento de *software* proposto por Sage (1991), que possui como característica ser um modelo de ciclo de vida clássico podendo facilmente ser adaptado para o ciclo de vida de desenvolvimento do SAD, assim sendo identificadas as estruturas do SAD propostas por Pearson & Shim (1995), que consideram os fatores ambientais e os perfis dos usuários.

Para alcançar o objetivo principal deste trabalho, foram agregadas as estruturas do SAD com o modelo do ciclo de vida adaptado para o desenvolvimento do SAD, que resultou em recomendações para os analistas de sistemas sobre cada estrutura. Essas recomendações são advindas das fases críticas do ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, que merecem atenção especial dos analistas, conforme as necessidades de cada estrutura de um SAD.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em seis capítulos. No primeiro capítulo, foi apresentada a introdução sobre o histórico dos Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) e sua evolução até a atualidade, abrangendo os fatores cruciais no seu desenvolvimento. Foram abordadas também a justificativa, a definição dos objetivos e a metodologia do trabalho.

- No segundo capítulo, apresenta-se a base conceitual da dissertação. São abordados os tópicos relevantes sobre a engenharia de software, com seus principais modelos, o processo de tomada de decisão, sistemas de apoio à decisão e o projeto de interface e aspectos cognitivos.
- O terceiro capítulo compreende o estudo dos fatores de sucesso para os Sistemas de Apoio a Decisão (SAD), abrangendo a satisfação do usuário com a utilização do SAD.
- No quarto capítulo, são apresentados os perfis de usuários do SAD. Abrange os aspectos ambientais e sistêmicos do SAD e a categorização das estruturas de perfis de usuários do SAD.
- O quinto capítulo apresenta os modelos de boas práticas para o desenvolvimento do SAD. Aborda as estruturas para avaliação dos modelos e as recomendações para a estrutura do SAD, descrevendo as cinco estruturas do SAD, que é o objetivo principal desta dissertação.
- Finalmente, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho, bem como as limitações encontradas e as sugestões para trabalhos futuros.

2 BASE CONCEITUAL

Neste capítulo, serão visto os principais tópicos introdutórios para compreensão sobre metodologias de desenvolvimento de software, assim como problemáticas da decisão, sistemas de apoio à decisão e características cognitivas dos decisores.

2.1 Engenharia de Software

Nas últimas décadas, a disciplina Engenharia de *Software* (ES) vem passando por uma série de aprimoramentos no que diz respeito às metodologias de desenvolvimento de *software*. Segundo Sommerville (2007), a ES é uma disciplina de engenharia relacionada com todos os aspectos da produção de *software*, desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção, mesmo antes de iniciar a operação deste.

Wang (2008) define a Engenharia de *Software* como uma disciplina cada vez mais importante, que estuda a natureza do *software*, abordagens e metodologias para desenvolvimento de *softwares* em larga escala, e as teorias e regras por trás dos comportamentos e práticas da ES.

Pressman (1995) apresenta a ES como um conjunto de etapas que envolvem métodos, ferramentas e procedimentos, essas etapas, muitas vezes, são citadas como paradigmas de ES.

A primeira definição de ES foi proposta na década de setenta por Bauer (1972), que descreve a ES como sendo o estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter economicamente um *software* que seja confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais. Para Jensen e Tonies (1979), a definição de Bauer (1972) é, entre várias definições propostas de ES, a mais precisa e descritiva, e ainda definem que a engenharia de *software* engloba todas as palavras chave que estão no coração de todas as definições das disciplinas de engenharia: sólidos princípios da engenharia, econômico, confiável e funcional (trabalhando em máquinas reais).

As metodologias e paradigmas da ES tiveram seus primórdios na segunda metade do século XX, com a inserção da metodologia de desenvolvimento de *software* baseada em estágios sequenciais. Essa metodologia ficou conhecida como desenvolvimento em cascata, que apresenta o ciclo de vida clássico. Após o surgimento desta metodologia inicial, foram surgindo novos modelos e metodologias para o desenvolvimento de *softwares*, tais como o

desenvolvimento por prototipação ou evolutivo, o desenvolvimento cíclico, entre outros métodos de desenvolvimento. Alguns destes modelos mais clássicos são utilizados até hoje, embora tendo surgido com o advento das metodologias de desenvolvimento ágil, que ainda assim partes tomam como base os pilares que manteve e mantém os modelos clássicos de desenvolvimento com o passar do tempo.

2.1.1 Ciclo de Vida Clássico

O primeiro modelo a ser desenvolvido, em meados do século XX, foi o paradigma do ciclo de vida básico, que também é conhecido como modelo cascata. Esse modelo tem seu ciclo bem determinado com fases bem descritas, sendo essas fases subdivididas em seis etapas, são elas: engenharia de sistemas, análise, projeto, codificação, teste e manutenção.

Conforme Pressman (1995), o paradigma do ciclo básico de vida requer uma abordagem sistemática, sequencial ao desenvolvimento do *software*, que se inicia no nível do sistema e avança ao longo da análise, projeto, codificação, teste e manutenção. Modelado em função do ciclo de vida da engenharia clássica. A figura 2.1 mostra o ciclo básico, segundo Pressman (1995).

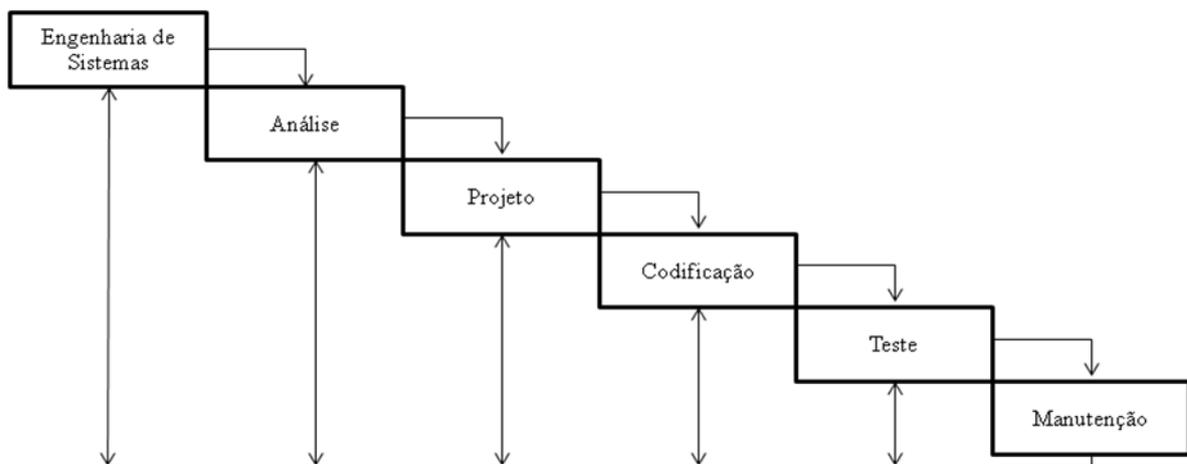


Figura 2.1: O ciclo de vida clássico

Fonte: adaptado de Pressman (1995)

A etapa de engenharia de sistemas é composta pela visão geral do sistema, estabelecendo requisitos para todos os elementos do sistema. Posteriormente esses requisitos são divididos em subconjuntos facilitando a análise do sistema. Na etapa de análise é intensificada a coleta de requisitos, que são documentados e revisados junto ao cliente. A etapa de projeto concentra-se em quatro atributos distintos do programa: estrutura de dados,

arquitetura de *software*, detalhes procedimentais e caracterização de interface (PRESSMAN, 1995). Na etapa de codificação, todos os procedimentos e funções do projeto são codificados em alguma linguagem de programação e posteriormente traduzidos para linguagem de máquina. Na etapa de teste são realizados testes do código gerado na etapa de codificação, com o propósito de encontrar erros e corrigi-los. A etapa de manutenção tem a finalidade de prosseguir com mudanças realizadas no *software* após sua entrega ao cliente. Essas mudanças são realizadas conforme novas exigências do cliente ou por erros que passaram pela fase de teste e são encontrados na fase de manutenção.

A metodologia de desenvolvimento em cascata tem suas etapas sequencialmente estabelecidas como abordado por Cheng (2001), que trata a engenharia de *software* como uma tecnologia em camadas. Esse modelo não permite o retorno a etapas anteriores, sendo essa restrição a grande crítica ao modelo sequencial, porque projetos raramente seguem um fluxo contínuo e sequencial. A falta de um maior envolvimento entre analista, o usuário final e a falta de *feedback* entre as etapas de desenvolvimento desse modelo, apresentam-se como as maiores dificuldades na implantação dessa metodologia de desenvolvimento de *software*. Entre outras razões porque os projetos, usando a abordagem em cascata, falham devido à falta do envolvimento do usuário final. Os usuários devem estar envolvidos em todo desenvolvimento do sistema e é inaceitável a implementação de um *software* sem cuidadosamente abordar e adaptar as suas necessidades e preocupações (TOWNSEND, 2007).

Essa metodologia é recomendável quando o sistema apresenta poucas modificações durante todo o ciclo de desenvolvimento, possibilitando a execução de cada fase com o mínimo de erros. O modelo cascata deve ser usado apenas quando os requisitos forem bem compreendidos e houver pouca probabilidade de mudanças radicais durante o desenvolvimento do sistema (SOMMERVILLE, 2007).

2.1.2 Modelo por Prototipação

O modelo de desenvolvimento baseado em prototipação tem como sua principal característica o desenvolvimento de protótipos funcionais. A prototipação é um modelo de *software* que capacita o desenvolvedor a criar um modelo do *software* que será implementado (PRESSMAN, 1995). O ciclo de vida desse modelo apresenta as fases de coleta dos requisitos, projeto rápido, construção de protótipos, avaliação do protótipo pelo cliente, refinamento do protótipo e engenharia do produto. Esse ciclo é percorrido várias vezes

durante todo o projeto até o total refinamento do produto de *software* por parte do cliente, como é ilustrado na figura 2.2. A metodologia baseada em prototipação tem algumas melhorias, se comparada com a metodologia em cascata, e alguns problemas correlacionados ao desenvolvimento de vários protótipos funcionais.



Figura 2.2: O ciclo de desenvolvimento por prototipação

Fonte: adaptado de Sommerville (2007)

As melhorias da abordagem por prototipação são bastante significativas, se comparado ao modelo em cascata. Os protótipos do sistema que são construídos a cada iteração do ciclo de vida, resultantes da interação com usuário, aproxima os analistas do sistema dos usuários. Essa interação analista-usuário é fundamental para que o analista possa entender as necessidades dos usuários. A aproximação é muito importante para os analistas, que captam novos requisitos através do *feedback* dos usuários a cada iteração do ciclo de eventos do modelo de prototipação. Diferentemente do modelo em cascata, que elencam todos os requisitos funcionais na etapa inicial do desenvolvimento do sistema.

A prototipação visa a uma maior interatividade com o usuário final, apresentando-lhe protótipos funcionais, aos quais o usuário vai se adequando e modificando de acordo com suas preferências. As partes funcionais analisadas pelo usuário são em parte modificadas, respeitando as necessidades do usuário, e servirão como base para o sistema que será construído. Ainda que possam ocorrer problemas, a prototipação é um paradigma eficiente da engenharia de *software* (PRESSMAN, 1995).

Os principais problemas na utilização do paradigma de prototipação estão nas primeiras iterações do ciclo de vida. Na primeira iteração, facilmente são construídos protótipos com

poucas funcionalidades, mas com muitos erros: grandes e mal estruturados, ocasionando uma nova implementação de um novo protótipo funcional na próxima iteração. Esse problema pode se estender por mais fases do ciclo de vida, até que tenha um protótipo funcional e estruturado. O problema dos protótipos descartáveis gera outro problema para o usuário, que está utilizando um *software* muitas vezes de má qualidade e de difícil manutenibilidade, decorrente da pressa para a entrega de um projeto rápido.

2.1.3 Modelo Espiral

O modelo espiral foi desenvolvido inicialmente por Boehm, em 1988, e segue os princípios básicos estabelecidos pelos modelos de ciclo de vida clássico e por prototipação, mas existem mudanças substanciais no que se refere à análise de riscos, como apresentado por Sommerville (2007), a principal diferença entre o modelo em espiral e os outros modelos de processo de *software* é o reconhecimento explícito do risco no modelo em espiral. O autor ainda afirma que o risco significa simplesmente algo que pode dar errado.

As fases do desenvolvimento em espiral são cíclicas, baseadas em um espiral, como o próprio nome sugere, quando analisado pela linha do tempo de execução do projeto. Suas principais fases são o planejamento, em que se encontra a coleta inicial dos requisitos do projeto, a análise de risco, que contém a análise de risco inicial e o risco baseado na análise do cliente, a engenharia, que contém toda prototipação desenvolvida no decorrer do projeto, e a avaliação do cliente.

A cada iteração cíclica no espiral são analisados os riscos das modificações requisitadas pelo usuário. O resultado das análises de riscos podem ter como o resultado o prosseguimento do desenvolvimento do projeto, assim como também pode ocorrer o encerramento do projeto. Após as análises de riscos, os principais riscos são identificados e a próxima etapa é tentar resolvê-los, através de análises mais detalhadas do sistema, elaboração de protótipo e simulação. A figura 2.3 mostra o processo do modelo em espiral com suas respectivas etapas.

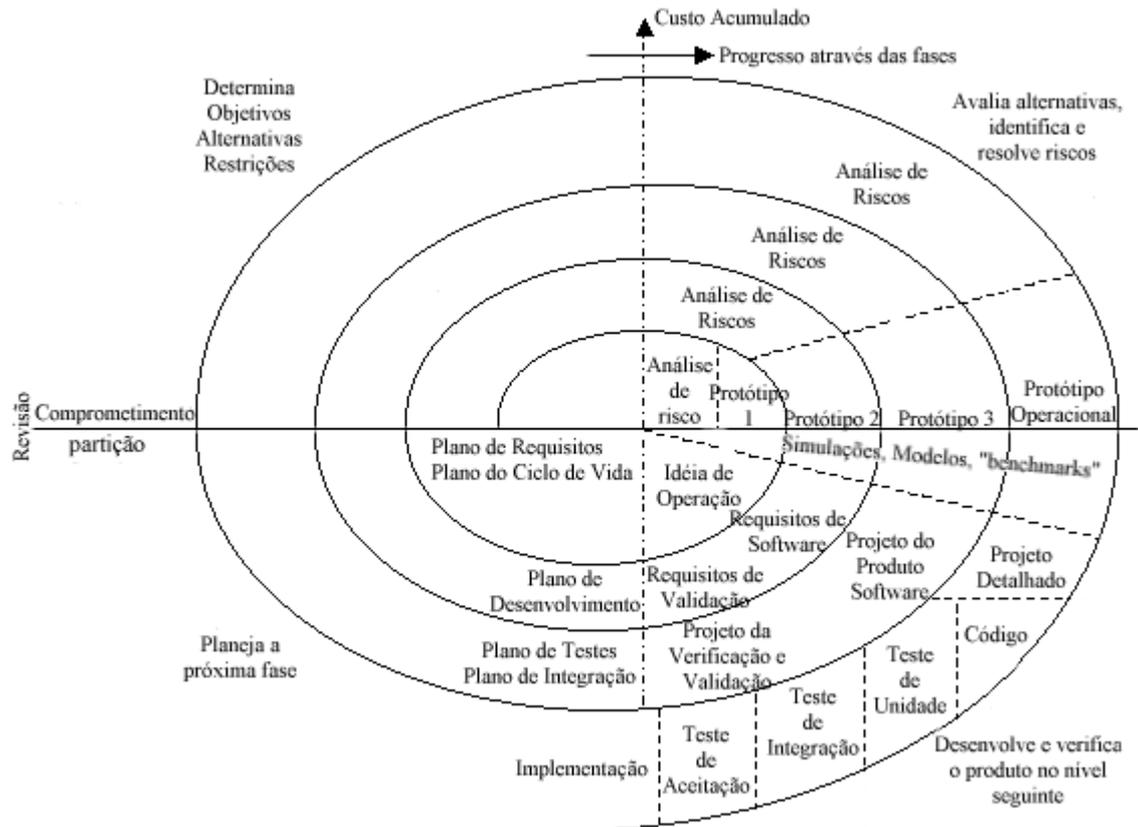


Figura 2.3: Modelo em espiral do processo de software de Boehm

Fonte: adaptado de Sommerville (2007)

2.1.4 Modelos Ágeis

Na mais recente história da engenharia de *software* é apresentada metodologias de desenvolvimento ágeis. Elas surgiram dos novos aspectos econômicos emergentes na década de noventa, advindos da necessidade das rápidas mudanças e da flexibilidade do mercado, juntamente com um novo e grande mercado de oportunidades composto pelas pequenas e médias empresas, que estão no centro desse mercado dinâmico.

As metodologias ágeis têm como premissa a interatividade com o usuário, através do desenvolvimento de fases do ciclo de vida incremental por prototipação, durante todo projeto, a rapidez na entrega do sistema, assegurando a qualidade. Estas metodologias são projetadas para permitir que uma equipe de desenvolvedores de *software* o ofereça rapidamente, mantendo a confiança na qualidade do produto que as metodologias clássicas fornecem (WELLINGTON, 2005). Nesse modelo, o projeto será descrito, desenvolvido e testado no decorrer de todo o projeto, de maneira intercalar, não sendo restritos a testes apenas ao final do projeto. Todas essas fases visam à agilidade no desenvolvimento do sistema, saciando as

necessidades emergentes do mercado. Para Highsmith (2004), a agilidade é a habilidade para criar e responder à mudança, a fim de tirar proveito de negócios em um ambiente turbulento. O autor ainda complementa, agilidade é a habilidade para balancear flexibilidade e estabilidade.

Os modelos baseados nessa metodologia têm como foco principal o usuário, provendo formas para sua participação interativa, tanto na avaliação como nas mudanças necessárias no projeto. Outra premissa das metodologias ágeis é de estar sempre focado nas pessoas e não apenas no processo, explorando as habilidades de cada membro da equipe, provendo a liberdade para que cada programador desenvolva seu método de trabalho.

As metodologias ágeis não são recomendadas para o desenvolvimento de sistemas de grande porte, por não apresentarem uma documentação completa das definições do sistema, podendo acarretar uma descontinuidade do sistema. Esse é um problema clássico de metodologias baseadas em processos incrementais que produzem vários protótipos durante seu ciclo de vida no projeto.

2.2 Processo de Tomada de Decisão

As decisões tomadas diariamente por qualquer indivíduo, desde a compra de algum produto, a escolha de qual caminho seguir para ir ao trabalho, a roupa que vai vestir, entre outras pequenas decisões tomadas durante o dia-a-dia, utilizam de forma intuitiva modelos de apoio à decisão, que auxiliam no processo decisório. Embora algumas escolhas sejam simples e diretas, outras escolhas necessitam de uma análise mais aprofundada antes da decisão final. Segundo Hammond *et. al.* (2004), as decisões sem esforço constituem exceções à regra. A maior parte das decisões importantes que enfrentamos na vida apresenta dificuldades, é complexa e não aponta soluções fáceis e óbvias. Ainda de acordo com o autor, saber tomar decisões é uma capacidade fundamental na vida.

As dificuldades advindas do processo decisório provêm inicialmente dos limites humanos. Os limites da racionalidade humana dificultam o indivíduo responsável pela tomada de decisão ajustar seu comportamento em um sistema integrado. Segundo Simon (1997), o sistema integrado, ao qual o indivíduo ajusta seu comportamento, pode ser definido por meio da visão panorâmica das alternativas de comportamento, antes da tomada de decisão, da consideração de todo o complexo de consequências que advirão de cada escolha e da escolha,

tomando o sistema de valores como critério de uma alternativa entre todas aquelas disponíveis.

O comportamento real do indivíduo no processo decisório raramente será racional, pois a racionalidade requer um conhecimento completo das consequências de cada alternativa, que compõe o conjunto de alternativas do problema. Simon (1997) explica que o comportamento real do indivíduo não atinge a racionalidade objetiva em pelo menos três aspectos diferentes. São eles:

- A racionalidade requer um conhecimento completo e antecipado das consequências resultantes de cada opção.
- Considerando que as consequências pertençam ao futuro, a imaginação deve suprir a falta da experiência em atribuir-lhes valores, embora sejam antecipados de maneira imperfeita.
- A racionalidade pressupõe uma opção entre todos os possíveis comportamentos alternativos. No comportamento real, porém, apenas uma fração de todas estas possíveis alternativas é levada em consideração.

No contexto do processo decisório, as pessoas que estão envolvidas, analisam alguns fatores, embora às vezes intuitivamente, antes de sua decisão final. Inicialmente, é comum o fato de algumas pessoas intuitivamente terem suas preferências iniciais pré-determinadas, muitas vezes levadas por experiências de decisões tomadas durante a vida. Essas decisões podem gerar resultados inesperados e insatisfatórios, pelo fato de nem sempre existir relação entre as decisões tomadas anteriormente com as decisões que serão tomadas. Existe pouca relação entre o que se decide em uma instância e em outra. A conexão entre as decisões que se tomam não está no que é decidido, mas em como é decidido (HAMMOND *et. al.*, 2004).

O processo decisório, proposto por Simon (1997), é caracterizado pelo fluxo da tomada de decisão percorrendo três fases complementares que são inteligência, *design* e escolha (DAVIS; OLSON, 1984; DILLON, 1998). As fases do modelo de tomada de decisão de Simon (1997) têm o fluxo iniciado na fase de inteligência, em seguida, na fase de *design* e por fim na fase de escolha. O fluxo pode retornar às fases anteriores, caso o resultado da fase atual não seja satisfatório ou esteja incompleto. A figura 2.4 abaixo mostra o fluxo da tomada de decisão.

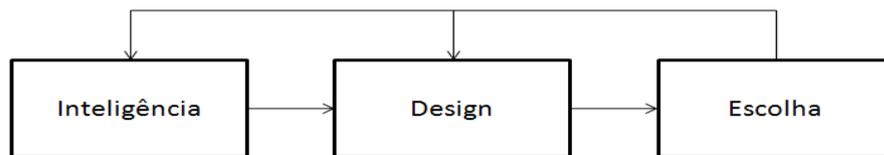


Figura 2.4: Modelo do processo de decisão

Fonte: adaptado Simon (1997)

A fase de inteligência do modelo inclui a identificação de possíveis situações de problemas e de melhorias no ambiente. A fase de inteligência exige uma varredura do ambiente, ou intermitente ou contínuo, dependendo da situação (DAVIS; OLSON, 1984). As atividades de inteligência resultam das necessidades de melhoras ou da insatisfação com o estado atual do processo decisório. O ambiente é analisado, dados são colhidos, processados e examinados a fim de identificar problemas ou oportunidades.

Na fase de *design* estão incluídas a formulação do problema e a análise das possíveis alternativas que serão posteriormente escolhidas. Na formulação do problema, análises são feitas com intuito de compreender melhor o problema. Nessa fase é válido utilizar o conhecimento adquirido em outros problemas anteriormente resolvidos, através de analogias com o problema atual. Uma vez o problema formulado, as alternativas são desenvolvidas e seus possíveis cursos de ação são avaliados. Segundo Sprague e Watson (1991), a elaboração, desenvolvimento e análise dos possíveis cursos de ação, envolve processos para a compreensão do problema, geração de solução e realização de testes, quanto à sua exequibilidade.

A escolha da alternativa é realizada considerando o conjunto de alternativas proposto na fase de *design*, selecionando o curso de ação mais apropriado. Será selecionado um curso de ação dentre os disponíveis (SPRAGUE; WATSON, 1991).

Outra forma de análise de um problema de decisão é proposta por Hammond *et. al.* (2004). Os autores propõem uma abordagem para análise e resolução de problemas baseados em oito elementos. A figura 2.5 elenca os oito elementos, sendo os cinco primeiros o núcleo central em uma decisão e os três últimos auxiliam no esclarecimento de algumas situações numa tomada de decisão.

Problema
Objetivos
Alternativas
Consequências
Trocas
Incertezas
Tolerância a riscos
Decisões interligadas

Figura 2.5: Elementos de uma decisão

Fonte: adaptado Hammond et. al. (2004)

No princípio da abordagem dos elementos de uma decisão, é necessário reconhecer bem o problema abordado, essa é a primeira etapa para fazer uma boa escolha. Para escolher bem, é preciso estabelecer o problema a ser decidido com cautela, reconhecendo sua complexidade e evitando suposição equivocadas e preconceitos capazes de limitar as opções (HAMMOND et. al., 2004). Na análise de um problema de decisão, é necessário que o decisor saiba qual o seu objetivo, o que ele espera da sua decisão, isso vai melhor orientá-lo na sua escolha. Uma vez que o problema e o objetivo foram definidos, as alternativas serão criadas tentando propor diferentes cursos de ação para a escolha do decisor. Definidas as alternativas, é de suma importância a avaliação das consequências de cada alternativa, tentando antever se o objetivo será alcançado pela escolha de uma determinada alternativa. Após elencar os possíveis cursos de ação, o decisor se depara diante da negociação entre itens, ou seja, da necessidade de aplicar *trade-off* nas alternativas, que é o quanto a melhoria de uma alternativa impacta, positivamente ou negativamente, na qualidade ou desempenho de outras alternativas, a fim de obter o equilíbrio das alternativas conflitantes.

Os elementos incertezas, tolerância a riscos e decisões interligadas, são utilizados para maior esclarecimento das decisões, embora existam decisões que não utilizem esses elementos. A incerteza está relacionada com o que acontecerá no futuro e as inseguranças na tomada de decisão dificultam bastante na escolha da melhor alternativa para decisor. As decisões que envolvem incertezas promovem vários riscos ao tomador de decisão. O decisor tem que ser capaz de avaliar qual seu nível de tolerância ao risco, ou qual risco ele está disposto a correr. Algumas decisões possuem algum tipo de interligação com outras decisões

que poderão surgir em um futuro próximo. A saída para lidar de maneira eficaz com decisões interligadas é isolar e resolver as questões de curto prazo, enquanto se coletam as informações necessárias para resolver aquelas que surgirão mais tarde (HAMMOND *et. al.*, 2004).

2.2.1 Tipos de Decisão

Os problemas de decisão são categorizados segundo o nível de necessidade do decisor para a tomada de decisão, algumas decisões requerem um maior envolvimento e uma maior subjetividade do decisor, enquanto que outras decisões requerem pouco ou nenhum envolvimento direto e subjetividade do decisor. A categorização dos tipos de decisão normalmente utilizada na literatura foi proposta por Simon (1980), que divide os tipos de decisão em três categorias:

- **Decisões estruturadas:** São decisões que possuem algum tipo de procedimento pré-definido. Geralmente por apresentar procedimentos bem definidos, essas decisões são realizadas por sistemas de informação, que têm uma lógica clara e estruturada, fornecendo ao seu usuário a melhor alternativa.
- **Decisões semi-estruturadas:** São decisões que possuem uma parte de sua análise com características das decisões estruturadas, mas por outro lado necessitam de um decisor. Nesse tipo de decisão é comum a utilização de sistemas de informação que forneçam informações necessárias, tais como as probabilidades de sucesso, para a melhor análise do decisor, diminuindo o risco na tomada de decisão.
- **Decisões não estruturadas:** São decisões únicas pela sua natureza (Almeida; Ramos, 2002). Esse tipo de decisão não possui qualquer tipo de estrutura, depende muito da intuição e dos aspectos cognitivos do decisor. Estas decisões caracterizam-se por resultarem de situações e/ou problemas não conhecidos ou não esperados, os quais podem representar decisões únicas e complexas, cujo resultado não se encontra previamente descrito (CLERICUZI, 2006).

2.3 Sistemas de Apoio a Decisão

Em torno da década de setenta do século XX, ocorreu o início dos Sistemas de Apoio à Decisão (SADs). Das mudanças nos modelos de gerenciamento ditada pela competitividade no mercado em que se encontravam as organizações, emergiu a necessidade de novas informações organizacionais que permitissem gerenciar seus processos eficazmente e

apoiassem as tomadas de decisão. Informações essas vitais para a organização, que representavam um fator positivo na competição pelo mercado. As informações úteis fornecidas pelos SADs diminuem significativamente a incerteza na tomada de uma decisão, auxiliando o decisor na fase de inteligência do processo de tomada de decisão para problemas semiestruturados e não estruturados. Sprague e Watson (1991) apresentam o SAD como um sistema interativo que proporciona ao usuário fácil acesso aos modelos de decisão e dados, a fim de apoiar a tarefa de tomada de decisão semiestruturada e não estruturada.

Numa visão geral, os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) representam a concepção do papel dos computadores dentro do processo de tomada de decisão (KENN, 1980). Outra visão mostra que o sistema de apoio à decisão é considerado um sistema baseado em computador que ajuda o processo de tomada de decisão (FINLAY, 1994). Outra definição mais precisa que aborda a arquitetura do SAD de maneira geral é apresentada por Turban *et al.* (2007) como um interativo, flexível e adaptável sistema de informação baseado em computador, desenvolvido especialmente para suportar as soluções de gerenciamento de problemas não estruturados, para melhorar a tomada de decisão. Este utiliza dados, fornece uma interface fácil de usar e permite as próprias percepções do decisor. Este autor ainda completa afirmando que o SAD inclui modelos e é desenvolvido através de um processo interativo e iterativo.

2.3.1 Arquitetura de SAD

O uso das tecnologias dos SADs facilitou a criação de um novo modelo gerencial baseado em informações obtidas internamente e externamente à organização; possibilitando à empresa detentora dessas informações um maior diferencial competitivo, uma vez que com o uso das tecnologias SAD é possível fazer análises mais aprofundadas nos dados contidos nas bases de dados.

As ferramentas de *design* dos sistemas de apoio à decisão clássico são formados por componentes capazes de gerenciamento sofisticado de banco de dados com acesso a dados internos e externos, informações e conhecimento; poderosas funções de modelagem acessadas por um sistema de gerenciamento de modelos poderosos, mas de simples interface, que possibilita consultas a dados interativas, relatórios, e funções gráficas (SHIM *et al.*, 2002). De um modo mais genérico, os SADs apresentam seis partes distintas na sua arquitetura, conforme Marakas (2003), que as dividem no sistema de gerenciamento de dados, no sistema

de gerenciamento de modelos, no mecanismo de conhecimento, na interface do usuário, na rede e na arquitetura do SAD e usuários.

O acesso à base de dados é gerenciado pelo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). O SGBD é responsável por impedir falhas nas operações com os dados, tais como impedir redundância dos dados, restrição de acesso, integridade dos dados, persistência garantida, controle de concorrência, entre outras vantagens.

As análises dos dados são feitas através de modelos, que poderão ser modelos matemáticos, econômicos, estatísticos, multicritérios, entre outros modelos existentes. Todos os modelos necessários ao SAD estarão numa base de modelos. O acesso aos modelos é feito através do Sistema de Gerenciamento de Modelos, que tem como função controlar o uso dos modelos necessários ao SAD.

Entre os usuários do sistema e os sistemas gerenciadores de modelos e de dados, está a interface do SAD. A interface com o usuário é um dos componentes mais importantes do SAD, pois para o usuário a interface é o sistema (SAXENA, 1991). A interface é responsável pela captação da entrada de dados por parte do usuário e também responsável por toda exibição dos resultados derivados dos dados de entrada. As bases de dados, as bases de modelos e as interfaces com usuário são os elementos básicos e clássicos da arquitetura de um Sistema de Apoio à Decisão. A figura 2.6 representa a arquitetura do SAD de uma maneira geral, conforme já descrito.

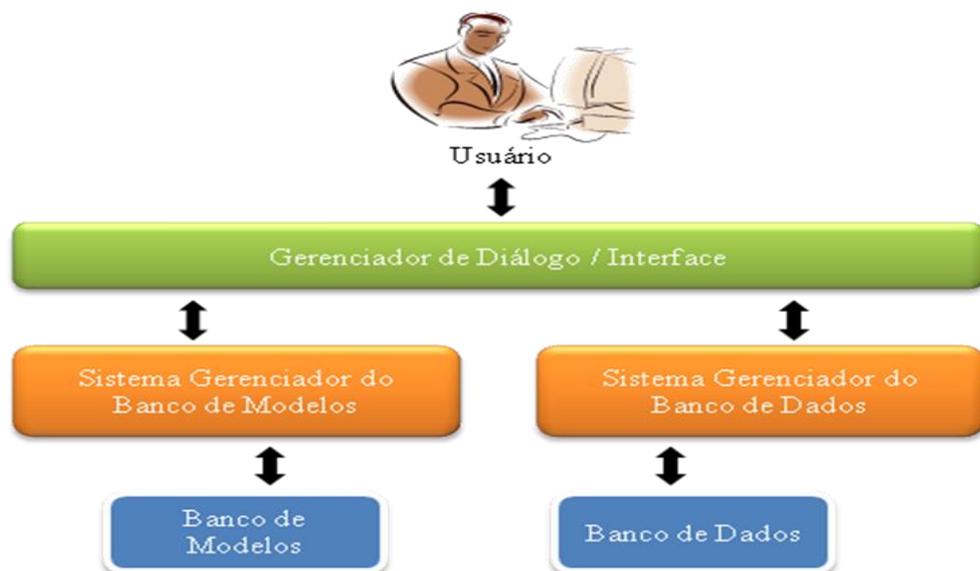


Figura 2.6: Arquitetura do SAD

Fonte: adaptado de Sprague e Watson (1991)

2.3.2 Metodologias de Desenvolvimento de SAD

O desenvolvimento de sistema de apoio à decisão engloba não apenas uma metodologia de desenvolvimento específica, mas uma mistura entre várias metodologias. Os SADs têm características peculiares se comparados a outros sistemas, pois envolve além de uma base de dados e o gerenciador de diálogos, uma base de modelos, que servirão para a aplicação de modelos de apoio à decisão. Esses tipos de sistemas possuem uma característica fundamental que o diferencia dos demais sistemas, eles são geralmente feitos para um grupo ou um cliente específico, levando em consideração sua cognição e suas preferências.

Das dificuldades na aplicação de metodologias tradicionais de desenvolvimento de *software* para desenvolver o SAD, emergiu a necessidade de uma metodologia de desenvolvimento particular para os SADs. A grande dificuldade de perceber as necessidades do usuário na fase inicial do processo de desenvolvimento, característico das metodologias de desenvolvimento tradicionais, pela indefinição e insegurança do sistema pelos usuários, e as iterações do processo de desenvolvimento, resultando um protótipo funcional, tornaram impraticáveis a inserção de metodologias tradicionais no desenvolvimento do SAD.

2.3.2.1 Desenvolvimento Adaptativo

O Processo de Desenvolvimento Adaptativo é uma abordagem em que as quatro etapas de desenvolvimento de sistema (análise, elaboração, desenvolvimento e implementação) são reunidas numa única fase, que é repetida iterativamente num período de tempo relativamente curto (SPRAGUE, 1980). No processo adaptativo, existem três principais componentes que são o usuário, o sistema e o projetista, esses componentes têm constantes interações durante o processo de desenvolvimento. As influências que cada um desses componentes tem sobre os outros são mostrados na figura 2.7.



Figura 2.7: Framework Adaptativo para SAD

Fonte: Adaptado de Keen(1980)

As interações entre os componentes foram descritas inicialmente por Keen (1980), como sendo:

- Sistema-Usuário: que também pode ser chamado de *loop* cognitivo. Essa interação foca características da utilização do sistema pelo usuário e na exploração individual das capacidades do SAD e/ou seu próprio aprendizado. Os resultados desse *loop* cognitivo representam o aprendizado do usuário, facilitando sua percepção e compreensão das suas possíveis decisões.
- Usuário-Projetista: essa interação tem como aspecto principal o entendimento do projetista sobre as necessidades do usuário. Isso é feito através da abordagem *middle-out* que depende de uma rápida entrega de um sistema, que o usuário poderá responder o que realmente quer. Essa interação tem como resultado uma maior credibilidade por parte do usuário, sendo fruto da colaboração do usuário e projetista e da comunicação eficaz entre eles.
- Sistema-Projetista: nessa interação o projetista é pressionado por potenciais melhorias na evolução do sistema, para o acréscimo de novas funcionalidades, oriundos do aprendizado do usuário e do projetista, assim como as mudanças do ambiente decisório.

2.3.2.2 Ciclo de Vida do Desenvolvimento do SAD

O ciclo de desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão tem suas peculiaridades, quando comparado ao ciclo de desenvolvimento clássico. Embora parecido com o ciclo de vida do modelo por prototipação, o ciclo de vida do desenvolvimento do SAD diferencia-se por apresentar não apenas um protótipo funcional, que geralmente é descartado para o desenvolvimento de um novo protótipo na próxima iteração do ciclo de vida do modelo por prototipação, mas por disponibilizar para o usuário uma versão do sistema, que será modificada e incrementada por novos recursos e funcionalidades que supram as necessidades do usuário.

O ciclo de vida do desenvolvimento, descrito por Sage (1991), está dividido em sete fases distintas, são elas:

1. Identificar as especificações de requisitos com base no contexto do problema
2. Projeto conceitual preliminar
3. Projeto lógico e especificação de arquitetura
4. Projeto detalhado e testes
5. Implementação operacional
6. Avaliação e modificações
7. Implantação operacional

Essas fases são propostas de maneira sequencial e interativa, como apresentado por Gachet e Sprague (2005), afirmando que o número de passos pode variar de acordo com o nível de agregação de cada fase. As fases são usualmente sequenciais de maneira interativa, que significa que o processo pode interagir com a fase anterior se o resultado da fase atual não for satisfatório.

A primeira fase visa à identificação das necessidades do usuário, que podem ser novos recursos e/ou novas funcionalidades que serão desenvolvidas e incrementadas durante a interação entre as fases do ciclo de vida. Segundo Gachet e Sprague (2005), a segunda fase do projeto conceitual preliminar consiste em determinar a concepção e abordagem de implementação para o SAD. Nessa fase, são identificados os formatos das entradas e saídas que satisfaçam as necessidades dos usuários, assim como os requerimentos de *hardware* e *software*. Na terceira fase, é detalhada a interface como usuário e a arquitetura adaptativa, que resultará num protótipo do sistema para avaliação do usuário. Na quarta fase, são feitos os testes do sistema pelo usuário, na qual serão testadas as interações do usuário com as

interfaces, resultando um *feedback* sobre o sistema, que pode ser positivo e assim passando para a quinta fase ou negativo, retornando a fase anterior para ajustes no sistema. Na quinta fase, os componentes do SAD são implementados e agregados num sistema único, sendo testado e avaliado por um grupo de teste. Na sexta fase, são obtidos os *feedbacks* dos grupos de testes, contendo as adaptações necessárias. Essa fase é a última chance para determinar as ações corretivas antes da implantação operacional e final de execução do SAD (GACHET; SPRAGUE, 2005). Na sétima e última fase, é implantado o sistema de apoio à decisão, e os usuários serão treinados, para que possam obter um maior desempenho e melhores resultados. O monitoramento do sistema, após sua implantação, deve continuar sendo feito para que novas necessidades e adaptações do SAD sejam captadas. Caso necessário, novas adaptações serão feitas e agregadas ao SAD.

2.4 Projeto de Interface e Aspectos Cognitivos

A limitação do ser humano, como processador de dados, faz muitos decisores tomarem suas decisões baseados nas experiências pessoais, tornando muito perigoso o processo decisório e conseqüentemente aumentam a propensão de uma escolha errada e de conseqüências desastrosas. Baseados na tentativa de suprir essas limitações humanas, os sistemas de apoio à decisão têm um papel fundamental para auxiliar o processo decisório, fornecendo informações úteis para o melhor embasamento do decisor na escolha da melhor opção.

Os aspectos cognitivos do decisor devem ser levados em conta na construção do SAD, para que o usuário tenha uma relação harmoniosa com o sistema, facilitando seu aprendizado e tornando prazerosa a utilização do sistema. Esses fatores cognitivos humanos são a base para o projeto de interface. Segundo Sommerville (2007), o projeto cuidadoso de interface com o usuário é uma parte essencial de todo o processo de projeto de *software*. Se um sistema de *software* deve atingir todo o seu potencial, é essencial que sua interface com o usuário seja projetada para combinar as habilidades, experiências e expectativas dos usuários previstos. As características individuais de cada decisor devem ser investigadas com cuidado, fornecendo padrões de interfaces de acordo com suas características. Uma interface que seja aceitável para um usuário poderia ser totalmente inadequada para outro usuário.

Para que um sistema de apoio à decisão tenha uma maior eficácia e uma maior eficiência, é necessário que o sistema tenha uma ótima interatividade com o decisor. Na

arquitetura do SAD a camada de diálogo é responsável pela interatividade usuário-sistema, provendo uma interface entre o usuário e os gerenciadores de dados e de modelos. No projeto de criação da camada de diálogo, os aspectos cognitivos dos decisores, que utilizarão o sistema, devem ser considerados no processo de criação das interfaces do sistema. Segundo Yazici e Muthuswamy (1992), os aspectos cognitivos do decisor, tais como, aprendizado e performance da memória do usuário e sua relação com a habilidade de resolver problemas têm que ser investigados. Para Pereira *et al.*(2010), a cognição preocupa-se com o como as pessoas processam e transformam as informações que recebem e a posterior utilização destas.

Os diálogos gerados pelas interações entre usuário e sistema, através das entradas e saídas de dados, são geralmente elementos textuais que devem ser exibidos da melhor maneira para que o decisor consiga interpretar o mais rápido possível. Esses elementos textuais devem sempre utilizar janelas para a exibição dessas informações, de modo que o usuário sintá-se bem à vontade com a interface.

2.4.1 Modelos Cognitivos

Alguns modelos cognitivos ajudam a explicar o processo de aprendizado através de várias etapas. Esses modelos demonstram os processos que se iniciam pelos estímulos, os quais somos expostos frequentemente, até o seu armazenamento em nossa memória de longo prazo. Os estímulos, que estão na memória de longa data, ajudam-nos desde a simples tarefa de identificar objetos até as nossas tomadas decisões no dia a dia.

Chen e Lee (2003) em sua pesquisa atenta para o viés a que os decisores estão expostos em suas decisões, como a tendência natural que os executivos têm em confiar demasiadamente em suas experiências e conhecimentos passados para tomar decisões, muitas vezes desprezando informações relevantes recente. Suas capacidades limitadas em retomar casos passados os levam a fazer julgamentos e tomar decisões tendenciosas. Por mais que lhes forneçam informações relevantes, os decisores se defrontam com o problema de decisão já tendendo sua escolha estar baseada em experiências anteriores. As informações fornecidas servirão em grande parte apenas para confirmar que sua escolha realmente estava correta. No caso contrário, o decisor tenderia a defender sua escolha inicial, ainda que lhe fosse provado que sua escolha não é a melhor. O modelo proposto por Chen & Lee (2003) propõe um modelo baseado em três modalidades de apoio, para auxiliar e minimizar as interferências errôneas das experiências e conhecimentos anteriores do decisor. São elas:

- Retrospectiva: memórias de casos e experiências passadas e o pensamento por analogias. O auxílio cognitivo possível seria auxiliar a memória, reduzir os vieses e o pensamento análogo para ajudar no processo criativo.
- Introspectivo: reflexão e análise dos pressupostos e sistema de que se acredita. O auxílio cognitivo possível seria examinar explicitamente e implicitamente as suposições, superar os pontos obscuros e aumentar a autoconfiança.
- Prospectivo: prever os estados futuros dos ambientes de negócio e entender as possíveis consequências da decisão. O auxílio cognitivo possível seria reduzir o excesso de confiança, reduzir os vieses e mudar a ordem de referência.

Um modelo mais aprofundado do comportamento mental no processo cognitivo da memória humana foi proposto por Wang; Liu e Ruhe (2004). Esse modelo pode facilitar o entendimento do porquê as pessoas tendem a fazer analogias de fatos presentes com fatos que já aconteceram. O modelo pode ser descrito por dois artefatos:

- Os objetos; que são abstrações de entidades externas e os conceitos internos. Existem também os subobjetos conhecidos como atributos, que são utilizados para designar as propriedades e características detalhadas de um objeto. A abstração de entidades externas e os conceitos internos. Existem também os subobjetos conhecidos como atributos, que são utilizados para designar as propriedades e características detalhadas de um objeto.
- As relações; Conexões e relações entre objeto-objeto, objeto-atributo e atributo-atributo.

As relações entre os atributos de cada objeto são responsáveis pela comparação de outros objetos com atributos parecidos em nossa memória de longo prazo, a fim de reconhecer o objeto em questão. Como também é responsável pelo aprendizado humano, que seria o armazenamento de novos objetos com seus atributos na memória de longo prazo.

O modelo objeto-atributo-relação pode ser usado para descrever a representação da informação e sua relação com o mundo externo. O mundo externo é descrito em termos de entidades reais, em quanto que o mundo interno é representado por entidades virtuais e objetos contidos na memória de longo prazo (WANG; GAFUROV, 2003).

2.5 Fatores de Sucesso para o SAD

O uso de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é peça fundamental para alavancar o sucesso na tomada de decisão, embora muitos gerentes e executivos relutem na sua total utilização, sendo ainda guiados pelas intuições pessoais e experiências passadas. O mau uso

desse tipos de sistemas pode acarretar em uma tomada de decisão errônea que poderá prejudicar a organização como um todo. Segundo Coll *et al.*(1991), a relutância ao SAD é uma das maiores barreiras para o melhoramento da qualidade da decisão. Embora que o uso de DSS, mesmo sem relutância, não garanta a eficácia.

A motivação no uso de sistemas de apoio à decisão tem como premissa a busca pela eficácia nas tomadas de decisão, junto a qual são agregados dados de diferentes bases de dados transacionais e aplicam vários modelos de apoio à decisão com a finalidade de prover as melhores recomendações para os usuários que o utilizam. Mas para usufruir desses benefícios trazidos pelo SAD é necessário que além da implantação do sistema na organização, também haja a cultura do melhor uso desse sistema pelos usuários, estimulando-os a utilizar as ferramentas que o sistema provê para a realização de suas atividades. Segundo Chan (2008), a eficácia de um SAD é prevista para interagir com a motivação de um usuário para executar uma tarefa, impactando no uso do SAD. Os indivíduos que utilizam SAD para executar uma tarefa, em que se sentem motivados, são esperados o aumento na frequência do uso do SAD, bem como a alta da eficácia deste sistema.

Na pesquisa realizada por Lu *et al.* (2001) sobre os efeitos do estilo cognitivo e os tipos de modelos na aceitação do DSS, e que foi feita uma avaliação de aceitação dos usuários envolvendo três modelos de apoio à decisão multiatributo, explorando de forma empírica as relações entre esses modelos. O autor afirma que a vontade de utilizar o SAD é uma função individual do estilo cognitivo, crenças e atitude, sugerindo que os *designers* do SAD enfatizem mais em fazer o usuário acreditar que o sistema é útil, em vez de focar numa interface fácil de usar. Ele ainda complementa afirmando que disposição na utilização do SAD aumenta significativamente a qualidade e consecutivamente a eficiência na escolha da melhor alternativa para o problema de decisão.

Em outro estudo realizado por Chan (2008), foram testadas algumas hipóteses com a finalidade de avaliar o relacionamento entre o uso do SAD nas organizações e a motivação dos usuários em utilizá-lo. Levou-se em conta o quanto o usuário é sensível à eficácia e à eficiência do SAD e o quanto essa sensibilidade é afetada pela motivação do seu uso. O autor chegou à conclusão de que os usuários mais motivados que utilizaram um SAD mais efetivo para a realização de uma atividade, fizeram crescer o uso do SAD, enquanto que os usuários, que não estavam motivados na realização de uma atividade, eram indiferentes à utilização de

um SAD mais eficiente ou de um SAD menos eficiente. O autor ainda afirma que os decisores fazem *trade-off* entre precisão e esforço em sua formulação e posterior utilização do SAD.

2.5.1 Satisfação do Usuário

A satisfação do usuário com a utilização do SAD leva a um crescente uso efetivo desse sistema, impactando na eficácia e eficiência das decisões organizacionais. Segundo Moreau (2005), a satisfação do usuário em usar o SAD está interligada a três componentes, que são o apoio à gestão, as interfaces amigáveis e as saídas de dados ou qualidade do relatório. Uma vez que o usuário encontra-se satisfeito com a realização de suas atividades utilizando SAD, isso vai impactar diretamente em sua percepção sobre o seu emprego, bem como do seu trabalho realizado, gerando além da satisfação como uso do SAD, a satisfação do seu trabalho no âmbito organizacional. Conforme Clericuzi *et al.* (2006), o processo de desenvolvimento de um SAD deve ter como objetivo, antes da perspectiva tecnológica, a satisfação dos seus decisores.

Embora as tecnologias de informação, sistemas de apoio à decisão e sistemas especialistas possam influenciar as percepções de emprego e trabalho, outra construção, o sucesso da tarefa intelectual, é influenciado pela satisfação dos usuários com sistemas e suas percepções de postos de trabalho e projeto de trabalho (MOREAU, 2005).

A satisfação com o uso de sistemas de apoio à decisão para realizações de atividades gera no usuário uma maior satisfação com seu trabalho na organização, o que acarreta um sucesso maior em suas atividades, ou seja, ele será mais eficaz e eficiente; o que impacta diretamente numa maior produtividade, fornecendo mais agilidade e mais lucro para a organização. A figura 2.8 mostra o modelo proposto por Moreau (2005), com a sequência desde a satisfação do usuário com a utilização do SAD, passando pela mudança positiva na percepção de trabalho, até chegar ao sucesso do usuário na realização de atividades.

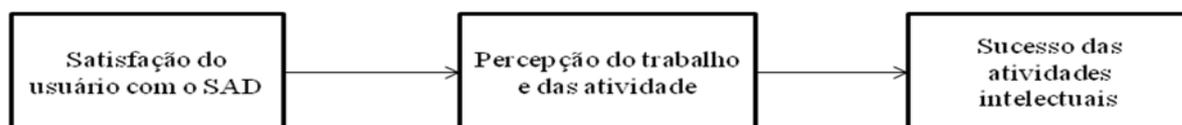


Figura 2.8: Modelo de satisfação do usuário

Fonte: Adaptado de Moreau (2005)

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PERFIS DE USUÁRIOS DE SAD

Os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), assim como a maioria dos sistemas de computadores, procuram sanar algum tipo de problema, seja uma simples sistematização de alguma rotina organizacional ou algo mais específico como o suporte direto à tomada de decisão, como ocorre com os SADs. Esses sistemas têm algumas características em comum, que facilitam o trabalho de pessoas que, de certa forma, também possuem características em comum, utilizando rotinas e funcionalidades que enquadram esses sistemas em determinados grupos, tais como Sistemas de Apoio à Decisão, Sistemas Integrados de Gestão Empresarial e outros tantos tipos específicos de sistemas. Esses grandes sistemas possuem uma infinidade de módulos com finalidades distintas, mas que se integram formando, portanto, um sistema composto de pequenos sistemas.

Devido às características correlatas apresentadas pelos sistemas de computadores, sejam eles sistemas específicos ou um módulo de um grande sistema, traçam um perfil para cada tipo de sistema. Os usuários de algum tipo de perfil de sistemas ou *softwares* específicos tendem a possuir, de certa forma, um perfil organizacional parecido, o que facilita a análise de novas melhorias para o sistema ou até mesmo o desenvolvimento de um novo sistema ou módulo funcional.

Os Sistemas de Apoio à Decisão geralmente são grandes sistemas que acoplam certa quantidade de módulos funcionais, que executam tarefas distintas e, portanto, possuem também certa quantidade de perfis de usuários que utilizam um ou mais módulos do SAD. Os perfis de usuários do SAD podem ser divididos conforme características semelhantes apresentados por eles, tais como o nível de escolaridade, a área de trabalho, o nível organizacional ocupado, a finalidade do uso do SAD e outras tantas características, que foram elicitadas na pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995). Nessa pesquisa, os autores buscaram dividir estruturas do SAD baseados nos fatores ambientais que os influenciavam, mas para chegar a alguma definição dessas estruturas do SAD foi necessário dividir os usuários em diferentes perfis com características semelhantes. Os usuários responderam um questionário que visava à definição dos perfis, bem como o entendimento dos fatores ambientais que se encaixavam aqueles determinados tipos de perfis, para somente então conseguir identificar estruturas correlatas para alguns fatores ambientais.

3.1 Aspectos Ambientais e Sistêmicos

Os sistemas, de maneira geral, são resultados da soma de elementos, que influenciam de forma direta no seu desenvolvimento, assim como na sua utilização. Esses elementos criam todo o contexto em que o sistema está ou estará inserido. Ariav e Ginzberg (1985) elencam alguns aspectos, que para eles são premissas fundamentais das abordagens de sistemas, são eles:

- O ambiente: são entidades ou condições fora dos limites do sistema, que afetam ou são afetados por ele. As entidades podem ser afetadas pelo sistema, mas não podem ser controladas por ele.
- A função, papel ou objetivo do sistema: representa o impacto que se pretende causar no ambiente através do sistema, especificando quais serviços serão supostamente entregues e quais são os objetivos finais.
- Os componentes do sistema: são os elementos identificáveis dentro das fronteiras do sistema, também conhecidos como blocos funcionais do sistema.
- Os arranjos: são as preocupações nas combinações entre os componentes do sistema e entre os elementos ambientais, tentando buscar o balanceamento entre a coordenação e a autonomia, assim buscando também minimizar a interdependência dos elementos.
- Recursos do sistema: são os elementos que são utilizados e consumidos na construção e operação do sistema. Esses recursos podem estar fora das fronteiras do sistema. Esses recursos podem ser pessoas, matéria-prima, ferramentas e técnicas e qualquer outro tipo de recurso.

Esses aspectos abordados por Ariav e Ginzberg (1985) provêm ao analista uma visão holística do sistema, analisando os principais aspectos que influenciam diretamente na construção do sistema. Essa visão holística é muito importante, porque através dela é possível identificar todo o ambiente que circunda o sistema e também é possível analisar os impactos ambientais causados pelo seu uso.

Existem duas esferas identificáveis dentre os aspectos elicitados por Ariav e Ginzberg (1985), a esfera ambiental e a esfera sistêmica. Na esfera ambiental são observadas as características do trabalho ou, mais especificamente, das atividades realizadas pelos usuários e os padrões de acesso que são utilizados pelos usuários para a interação com sistema, considerando todos os tipos de usuário e suas características peculiares. Na esfera sistêmica são levados em consideração os elementos que compõe o sistema, bem como a ligação entre esses elementos.

3.1.1 Esfera Ambiental

As análises das características das atividades realizadas no ambiente ao qual o sistema será introduzido são de fundamental importância para o seu desenvolvimento, uma vez que é delas que proverá os requisitos do sistema. Essas análises focam na estruturação das atividades, seguindo por todas as características que apoiam a execução dessa tarefa, inclusive as características correlacionadas ao nível organizacional a que a atividade pertence, seja ela no nível operacional, gerencial ou estratégico.

Outra importante característica é o estágio do processo de decisão na qual a atividade em análise está contida, podendo ser enquadrada no estágio de inteligência, no estágio *design* ou no estágio de escolha, analisando também o nível de estruturação do problema de decisão, classificando, segundo a classificação de Simon (1997), em decisões programadas e decisões não programadas, sendo dividido em problemas estruturados, semiestruturados e não estruturados.

Adam *et. al.* (1998) apresenta um *framework* para a tomada de decisão baseado no *framework* desenvolvido por Gorry e Morton (1971), que mescla a visão de classificação de problemas de decisão abordados por Simon e a categorização de atividades gerenciais proposta por Anthony, aplicando essas visões em um quadro representativo que possui como linhas as classificações de problemas proposta por Simon e nas colunas as categorizações propostas por Anthony. A figura 3.1 apresenta como exemplo alguns tipos de sistemas de apoio à decisão que possuem características correlatas tanto pela classificação do problema de decisão, quanto pela categorização do nível gerencial, sendo eles enquadrados na interseção que melhor o representa.

	Controle Operacional	Controle Gerencial	Planejamento Estratégico
Estruturado	<ul style="list-style-type: none"> - Contas a receber - Entrada de pedidos - Controle de estoque 	<ul style="list-style-type: none"> - Orçamento da análise de engenharia de custos - Previsão de curto prazo 	<ul style="list-style-type: none"> - Composição da frota de petroleiros - Localização do armazém e da fábrica
Semi-estruturado	<ul style="list-style-type: none"> - Programação da produção - Gestão de caixa - Sistemas de custos PERT 	<ul style="list-style-type: none"> -Análise de variância sobre orçamentos -Elaboração do orçamento -Vendas e produção 	<ul style="list-style-type: none"> - Fusões e aquisições - Planejamento de novos produtos - Planejamento P&D
Não estruturado			

Figura 3.1: Framework – Sistemas de informação

Fonte: Adaptado de Gorry & Morton (1971)

Os padrões de acesso ao sistema é outro fator de extrema importância quando se aborda o ambiente onde o SAD é implantado. O modo como os usuários interagirão com o sistema deve ser o fator primordial na análise do ambiente, provendo um diálogo efetivo entre usuário-sistema e adequando esses diálogos ao perfil do usuário.

A análise ambiental deverá conter informações relevantes dos usuários que utilizarão o SAD, como o número de pessoas, a experiência no uso de computadores dessas pessoas e o papel delas no processo de decisão (Ariav; Ginzberg, 1985). O estilo cognitivo dos usuários do SAD é outra dimensão que deverá ser estudada, a fim de obter um maior sucesso na utilização dos usuários.

3.1.2 Esfera Sistêmica

Os elementos sistêmicos do *design* de um SAD são compostos de elementos que representam funções utilizadas pelo sistema, tais como o gerenciador de diálogos entre o usuário do sistema e as bases de modelos e bases de dados, conforme abordado por Sprague e Watson (1991) e Pearson e Shim (1995). Dentre os elementos citados, o mais importante e fundamental é o gerenciamento do diálogo com o usuário, que é responsável por toda comunicação do usuário com o SAD e das apresentações dos resultados do SAD para o usuário.

A interface com o usuário deve ser um elemento cognitivamente atraente, uma vez que o elemento ambiental mais importante são as pessoas. Para Chuang e Yadav (1998), o gerenciador de diálogo deve executar diversas tarefas, tais como capturar a preferência, experiência e habilidades, salvando como um modelo do perfil de usuário; receber e interpretar os dados inseridos pelo usuário, transmitindo para o sistema de processamento do problema; exibir os resultados para o usuário; e acionar o módulo de introspecção quando necessário.

Os elementos do SAD estão dispostos em forma de arranjos, em que cada componente está intrinsecamente ligado aos recursos ambientais, assim como com o papel que executa. Tais elementos consomem recursos disponibilizados pelo ambiente do sistema. Segundo Ariav e Ginzberg (1985), os recursos disponíveis pelo sistema de apoio a decisão são divididos em quatro categorias: *hardware*, *software*, pessoas e dados.

Os *hardwares* contêm os computadores e todos os periféricos pertencentes a ele, incluindo também as redes de interconexão entre os computadores e todas as configurações de *hardwares* necessárias para suprir o ambiente e as tarefas do SAD.

Os níveis de tecnologias de *softwares*, envolvidos na criação do SAD, podem ser divididos em três níveis, SAD específico, gerador do SAD e ferramentas do SAD, segundo a classificação de Sprague e Watson (1991).

- O SAD específico é o aplicativo que auxilia o decisor no processo decisório de um problema específico. São sistemas de informação criados através de linguagens de programação ou por pacotes de *software* de propósito geral, que agregam dados e modelos.
- Gerador SAD são *softwares* que possuem um conjunto de pacotes de procedimentos de funções, que possuem uma série de modelos para serem utilizados nos mais diferenciados problemas de decisão. Por serem geralmente de fácil manipulação, os geradores do SAD facilitam e fornecem uma maior agilidade para a criação do SAD específicos. Como exemplo de geradores do SAD, atualmente utilizados, pode-se citar o Microsoft Office Excel, que faz parte do pacote do Office produzido pela Microsoft, e o BrOffice.org Calc, que faz parte do pacote BrOffice.org produzido e distribuído gratuitamente pela Sun Microsystems.
- As ferramentas do SAD são responsáveis pelo desenvolvimento do SAD específicos, bem como dos geradores do SAD. Essas ferramentas são a combinação de *software* e *hardware* administrados por linguagens de programação, como é o caso das plataformas utilizadas

para o desenvolvimento de *software* para os mais variados periféricos, seja para computadores ou para os diversos tipos de dispositivo móvel. As principais plataformas para desenvolvimento de *softwares* é a plataforma Java, desenvolvida pela Sun Microsystems e distribuída atualmente pela Oracle, e a plataforma Microsoft.NET, desenvolvida e comercializada pela Microsoft.

As pessoas envolvidas na utilização do SAD são também recursos fundamentais para o desenvolvimento do design do software, assim como para as demais etapas evolutivas do SAD. Os papéis executados pelos usuários do SAD deverão ser reconhecidos, a fim de facilitar a utilização do sistema, aumentando a eficácia e a eficiência das escolhas dos decisores.

Segundo Sprague e Watson (1991), os papéis dos usuários de um SAD podem ser categorizados de acordo com os níveis de tecnologias em cinco tipos: o gerente ou usuário, que são as pessoas responsáveis pelas decisões; o intermediário, pessoas que auxiliam o decisor nas fases mais burocráticas da utilização do sistema; o projetista, pessoa responsável pela utilização do gerador do SAD, desenvolve sistemas específicos de acordo com as necessidades requeridas pelo problema decisório; suporte técnico são desenvolvedores de componentes e geralmente responsáveis pela manutenção dos bancos de dados, para essa função é requerido um bom conhecimento técnico sobre tecnologias de desenvolvimento de *software* e de armazenamento de dados; o criador, são pessoas que utilizam novas tecnologias de *hardware* e *software* com a finalidade de desenvolver ou evoluir sistemas específicos e/ou geradores de sistemas. Não necessariamente cada papel será ocupado por uma pessoa específica. Esses papéis podem ser acumulados por uma única pessoa, como também um determinado papel pode ser acumulado por mais de uma pessoa; dependerá do nível de conhecimento das pessoas interligadas ao problema de decisão.

Os dados utilizados para a execução do SAD são as fontes de onde provêm as recomendações para os decisores, por esse motivo existem uma grande preocupação em correlação à limpeza desses dados a fim de transformá-los em informações úteis. Esses dados são geralmente provenientes de diferentes bases de dados, em que são extraídos, e posteriormente são tratados como quaisquer tipos de erros possíveis, em seguida, são carregados na base de dados que alimenta o SAD.

3.2 Categorização das Estruturas de Perfis de Usuários do SAD

Na categorização dos tipos de perfis de usuários de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é necessário o estudo das características das atividades realizadas por cada indivíduo e o padrão de acesso utilizados para acessar o sistema, englobando todo o ambiente organizacional e o papel que o SAD executará. Ariav e Ginzberg (1985) sugerem que o sucesso no desenvolvimento de um SAD somente pode ser obtido se o ambiente em que o sistema funcionará e o papel que o SAD executará forem considerados primeiramente.

O estudo de Pearson e Shim (1995) buscam exatamente definir algumas estruturas do SAD, utilizando fatores ambientais. Os fatores correspondentes aos aspectos ambientais podem ser divididos em duas dimensões, que são elas: os padrões de acessos dos usuários e as características das atividades realizadas pelos usuários.

Os padrões de acessos dos usuários podem ser descritos pelos métodos de interação dos usuários, o número de indivíduos suportados pelo SAD, a experiência do usuário na utilização de computadores, a experiência do usuário na área de suporte ao problema, o papel do usuário no processo de tomada de decisão e a relação do SAD com outros sistemas de informação.

As características das atividades realizadas pelos usuários estão divididas nas estruturas inerentes ao suporte das atividades, o nível de gerenciamento suportado, que fase do processo decisório é suportada e o número de aplicações suportadas pelo SAD.

3.2.1 Fatores Ambientais

Os fatores ambientais podem ser categorizados pelas características da atividade do usuário ou pelo modo de acesso do usuário ao SAD, sendo esses fatores subdivididos em 10 fatores distintos, que se agregam com intuito de formalizar uma estrutura do SAD e, por conseguinte, caracterizam um perfil de usuário para essas estruturas.

A pesquisa realizada por Person e Shim (1995), tendo como base a pesquisa sobre a visão sistêmica do suporte à decisão, que prima pelos fatores ambientais realizada por Ariav e Ginzberg (1985), tem como processo metodológico a aplicação de questionários a usuários do SAD, colhendo uma série de dados e categorizando os tipos de perfis pelos conjuntos de respostas correlacionados às estruturas do SAD. As estruturas do SAD e os respectivos perfis de usuários que o utilizam foram determinados pela combinação entre os 10 fatores ambientais representados pela característica de cada um deles. A figura 3.2 apresenta as influências dos fatores ambientais nas estruturas dos componentes do SAD e as características de cada fator.

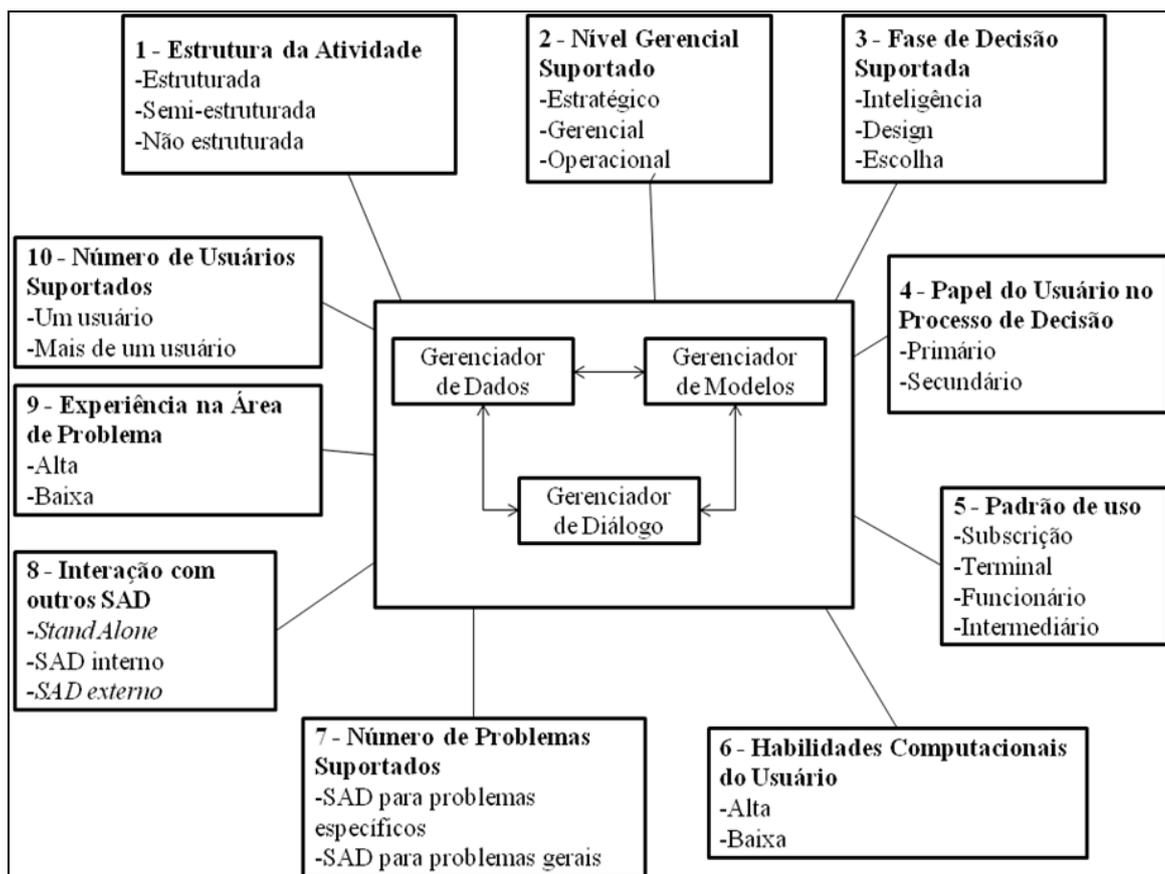


Figura 3.2: Fatores ambientais que influenciam as estruturas dos componentes de um SAD

Fonte: Adaptado de Pearson & Shim (1995)

Cada fator ambiental afeta, de alguma forma, os componentes do SAD, seja ele o gerenciador de dados, gerenciador de modelos ou gerenciador de diálogo. Os fatores apresentam de forma peculiar os seus valores, que uma vez combinados podem descrever uma estrutura específica do SAD.

Os fatores ambientais da figura 3.2 podem ser divididos em dois grupos, separados de acordo com suas características ambientais: no das características da atividade ou no grupo de padrão de acesso, como visto anteriormente. Nas características da atividade, destaca-se o fator de estruturação da atividade, que demonstra o quanto o decisor pode aplicar procedimentos e regras a uma determinada atividade, a fim de implementar uma estrutura para essa atividade, podendo defini-la como uma atividade estruturada, atividade semiestruturada ou atividade não estruturada. Isso dependerá do nível de estruturação que essa atividade permitir e o quanto de procedimentos e regras o decisor possuir.

Outra importante característica chave das atividades é o nível organizacional no qual será implementado o SAD, podendo atingir o nível mais alto da organização, o nível

estratégico, que requisita, em sua maioria, sistemas para apoiar as decisões de problemas não estruturados ou semiestruturados, dificilmente problemas estruturados. Os SAD também atingem o nível intermediário das organizações, o nível gerencial, que necessitam de soluções que apoiem, na maioria das vezes, os problemas semiestruturados ou problemas estruturados. O nível organizacional mais baixo ou nível operacional requisita um esforço, em especial, no SAD para problemas estruturados. Na figura 3.1 são apresentados vários exemplos do SAD para diversos níveis organizacionais.

A fase do processo de decisão também caracteriza as atividades, elas podem ser classificadas na fase inteligência, na fase de *design* ou na fase de escolha. Normalmente os SADs são utilizados para a escolha de alternativas, que se enquadram na fase de escolha, mas também podem ser utilizados, em menor número, para as fases de inteligência e *design*.

A área funcional da aplicação do SAD pode diferenciar as características das atividades através de diferentes necessidades demandadas por diferentes áreas funcionais, como é o caso dos dados necessários para resolução do problema de decisão. Essas áreas funcionais podem ser a área financeira, a área de produção, a área de *marketing*, a área de pesquisa e desenvolvimento ou qualquer outra área funcional da organização.

O nível da atividade a ser executada pode ser identificado de acordo com as necessidades de dados, que alimentarão o SAD. Os impactos sobre os recursos de *hardwares* são advindos do quanto de dados são necessários para processar a informação útil aos decisores, enquanto que sistemas em *stand-alone* são recomendados para usuários que não necessitam de dados extraídos de forma *on-line* de sistemas operacionais, ou seja, necessitam de poucos dados ou de dados já extraídos e tratados anteriormente, provendo suporte cognitivo para os usuários individualmente. Outros tipos de SAD necessitam de dados extraídos em tempo real de bases de dados transacionais de modo *on-line*, como é o caso de sistemas de controle de produção, que tem como objetivo principal assegurar a coordenação entre diversas partes envolvidas na decisão. Com o advento da internet de alta velocidade e de servidores da Web com grande poder de processamento é possível se ter uma maior portabilidade nos sistemas do SAD, sendo possível o acesso instantâneo das informações organizacionais através de computadores ou de dispositivos móveis em qualquer parte do mundo (SONG et. al., 2007).

O modo e a frequência com que o usuário acessa o sistema podem ser fatores determinantes no *design* do SAD e na composição dos recursos e dos arranjos dos componentes. Os SADs baseados na Web, por exemplo, comumente requisitam mais recursos

se comparados com sistemas *stand-alone*, enquanto que o sistema baseado na Web necessita de um aparato de recursos maiores, tais como os servidores Web e de dados e a arquitetura mais complexa, os sistemas *stand-alone* necessitam apenas de computadores *desktop*, que processarão as informações localmente, ou algum dispositivo para o usuário utilizar o SAD.

O *design* de interface também é um fator que sempre dependerá do nível de conhecimento dos usuários que utilizam o sistema, sendo necessário considerar o grupo de usuários e suas características. Os componentes de interface serão acomodados de maneira a estimular a proficiência dos usuários e motivá-los a aumentar a frequência de uso do sistema.

Na análise ampla de um ambiente de SAD, o analista deve considerar as relações que o sistema a ser desenvolvido terá com os outros sistemas que já estão implantados no ambiente organizacional, descrevendo as fronteiras entre esses sistemas e a forma como eles irão interagir. Para Ariav e Ginzberg (1985), a estrutura do SAD está diretamente ligado à natureza das fontes de dados dentro do ambiente. As análises das relações entre os sistemas são de fundamental importância, uma vez que no panorama tecnológico atual o compartilhamento de recursos e dados entre sistemas diferentes é cada vez mais comum.

Além das dez características ambientais elicitadas, Pearson e Shim (1995), é importante considerar novas características que surgem com o avanço da tecnologia ao longo do tempo. Novas tecnologias tais como a portabilidade de sistemas, através da utilização de dispositivos móveis, computadores *desktop* e computadores portáteis, necessitam de tecnologias avançadas, que impactam diretamente no modo de acesso do SAD pelos usuários.

O estilo cognitivo do usuário ou do grupo de usuários deveria ser outro fator ambiental a ser elicitado, uma vez que o nível de interação usuário-SAD tem que considerar a cognição de quem utiliza o SAD. As tecnologias de desenvolvimento de *software* atualmente fornecem interfaces gráficas ricas em comandos que podem ser utilizados pelos usuários, tais como comandos executados diretamente em mapas geográficos e figuras ilustrativas do problema de decisão, facilitam o entendimento do problema, bem como a interação dos usuários com o SAD. As formas de como os decisores interagem com o sistema impactam diretamente em outros fatores ambientais e são responsáveis pela aprendizagem do problema de decisão.

3.2.2 Estruturas do SAD

As estruturas do SAD são identificadas, segundo as combinações de características ambientais organizacionais, que influenciam no desenvolvimento do SAD, e o papel exercido pelo sistema no apoio a decisão. Segundo a pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995),

foram identificados cinco tipos de estruturas do SAD, de acordo com o agrupamento de usuários fornecidos pelas propriedades dos bancos de dados, bancos de modelos e o pelo componente de gerenciamento de diálogo. Ainda segundo os autores, os resultados indicaram que os grupos se diferenciavam consideravelmente em diversas variáveis, tais como na identificação de oportunidades, se o usuário utiliza diretamente o SAD, se o SAD era utilizado para apoiar decisões de vários usuários, as habilidades do indivíduo na utilização do SAD, a interação do SAD com outros sistemas implantados na organização, o número de problemas suportados, a frequência de uso do sistema pelos usuários, a satisfação com o desempenho do SAD e o treinamento recebido no SAD.

Os SADs com estrutura do tipo SAD (1), são estruturas geralmente caracterizadas por serem baseadas em modelos e por fornecerem suporte principalmente para os níveis médios de gerenciamento, solucionando problemas semiestruturados. Outras características dessa estrutura são os auxílios nas identificações de problemas, oportunidades e seleção de alternativas, são os SADs normalmente utilizados por vários usuários da organização para problemas específicos. Os usuários dessa estrutura utilizam o SAD diretamente de modo interativo e possuem habilidades no uso do SAD.

A estrutura do SAD (2) possui como característica o alto gerenciamento das bases de dados, o moderado suporte no componente de gerência de diálogo e fraco gerenciamento dos modelos de dados, fornecendo suporte principalmente para o médio nível de gerenciamento e por ser utilizado para suportar decisões semiestruturadas e não estruturadas. Esta estrutura se destaca por possuir efetivo gerenciamento do componente de diálogo, que fornece suporte para a interação dos usuários com o SAD, provendo acesso interativo com os gerenciadores de bases de dados e com os gerenciadores de bases de modelos. Os pontos negativos dessa estrutura figura pelo motivo de apresentar pouco suporte no gerenciamento de modelos, fornecendo baixa interação entre diferentes modelos e não permitindo criação de subrotinas para modelos mais complexos. Os usuários desta estrutura de SAD são geralmente indivíduos com boas habilidades computacionais, mas que muitos deles utilizam intermediários para o uso do SAD.

A estrutura do SAD (3) apresenta fraco gerenciamento do componente de diálogo com usuário, fornecendo baixa interação do usuário com os componentes de gerenciamento de base de dados e com o de gerenciamento de base de modelos, sendo assim a mais fraca estrutura dentre as cinco estruturas identificadas por Pearson e Shim (1995). Essa estrutura fornece suporte para os níveis alto e médio de gerenciamento, geralmente utilizados para

problemas específicos. Os usuários da estrutura do SAD (3) destacam-se por serem indivíduos com boas habilidades computacionais, por utilizar, em sua maioria, intermediários no uso do SAD e por necessitarem de acesso externo à organização no uso do SAD.

A estrutura do SAD (4) destaca-se das demais estruturas por apresentar alto nível no gerenciamento de diálogos e da base de modelos, apresentando apenas um nível mediano no gerenciamento da base de dados, fornecendo suporte para o nível médio de gerenciamento para problemas semiestruturados, afetando nas decisões de nível estratégico, gerencial e operacional da organização. Essa estrutura é normalmente utilizada no auxílio da identificação de problemas, oportunidades e análises e seleção de alternativas, que são utilizados por diversos usuários para problemas específicos. Os usuários possuem boas habilidades computacionais e poucos deles necessitam de intermediários para utilização do SAD.

A estrutura do SAD (5) apresenta os componentes de diálogo com usuário, base de modelo e base de dados bem desenvolvidos, fornecendo uma interface flexível para os usuários interagirem com os demais componentes, sendo utilizados para decisões de nível estratégico, gerencial e operacional, suportando o alto e médio nível de gerenciamento para problemas específicos. Essa estrutura é geralmente utilizada para a identificação de oportunidades e problemas, e provendo suporte para as análises e seleções de alternativas. Os usuários deste tipo de estrutura possuem boas habilidades computacionais e geralmente apenas um usuário faz uso do SAD.

A tabela 3.1 ilustra detalhadamente os dez fatores ambientais, com suas respectivas características, das cinco estruturas do SAD citadas, elicitando as principais propriedades que cada estrutura possui, não possui ou possui com limitações. Essa tabela facilita a visualização rápida de cada estrutura do SAD, fornecendo uma visão geral dos principais aspectos, bem como a sumarização dos principais componentes do SAD, que são eles o componente de gerenciamento de banco de dados, o componente de gerenciamento de modelos e o componente de gerenciamento de diálogo.

Tabela 3.1: Demonstrativo dos aspectos ambientais e capacidades do SAD

Fonte: Adaptado de Pearson & Shim (1995)

Estruturas de SAD		SAD(1)	SAD(2)	SAD(3)	SAD(4)	SAD(5)
Estrutura da atividade						
	Estruturado					

	Semi-estruturado					
	Não estruturado					
Nível de gerenciamento suportado						
	Alto					
	Médio					
	Baixo					
Fase de decisão suportada						
	Identificar problema					
	Identificar oportunidade					
	Analisar alternativas					
	Escolher alternativa					
Número de problemas suportados						
	Geral SAD					
	Problema específico					
Padrão de uso						
	Uso direto do SAD					
	SAD Interativo					
	Intermediário					
Número de usuários suportados						
	Suporta Múltiplos usuários					
	Suporta único usuário					
Habilidades computacionais						
	Habilidade em computadores					
	Habilidade em SAD					
Interação com outros sistemas						
	Outro interno					
	Outro externo					

Gerenciamento de banco de dados						
	Interação com BD	Limitado	Possui	Possui	Possui	Possui
	BD exclusivo para SAD	Limitado	Limitado	Limitado	Não Possui	Não Possui
	Funções manipuladas pelo SGBD	Não Possui	Possui	Limitado	Limitado	Limitado
	Facilidade de consultas	Não Possui	Possui	Limitado	Limitado	Possui
	Dicionário de dados	Não Possui	Limitado	Limitado	Limitado	Possui
	Extração de dados de vários BDs	Limitado	Limitado	Não Possui	Limitado	Possui
Gerenciamento de modelos						
	Muitos modelos	Limitado	Limitado	Não Possui	Possui	Possui
	Suporte a decisão estratégica	Limitado	Não Possui	Não Possui	Possui	Possui
	Suporte a decisão tática	Possui	Possui	Limitado	Possui	Possui
	Suporte a decisão operacional	Limitado	Possui	Limitado	Possui	Possui
	Modelos com construção de blocos	Limitado	Não Possui	Não Possui	Possui	Possui
	SAD com diretório de modelos	Limitado	Não Possui	Não Possui	Limitado	Limitado
	Modelos podem ser integrados	Limitado	Não Possui	Não Possui	Possui	Possui
	SAD com gerenciamento de sistemas	Possui	Não Possui	Não Possui	Possui	Limitado
	Interação com BD do SAD	Limitado	Possui	Não Possui	Limitado	Possui
Gerenciamento de diálogo						
	Subsistema de gerenciamento de dados	Limitado	Possui	Limitado	Possui	Possui
	Flexibilidade na interface do usuário	Não Possui	Possui	Não Possui	Possui	Possui
	Diálogo por sinal com usuário	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Limitado	Não Possui
	Interatividade com outros componentes do SAD	Não Possui	Possui	Limitado	Possui	Possui
	Suporte a vários estilos de diálogos	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Limitado

Legenda:

	Possui
	Limitado
	Não Possui

Os dados utilizados para as análises explicitadas na tabela 3.1 foram resultados obtidos de uma pesquisa feita através de questionários com a participação de 273 usuários do SAD, feita por Pearson e Shim (1995). A demografia entre os perfis de usuários do SAD diferem

bastante de uma estrutura para outra, mas é bastante similar entre os perfis que apresentam características similares da mesma estrutura do SAD. A tabela 3.2 abaixo apresenta o detalhamento dos dados colhidos pelos pesquisadores Pearson e Shim (1995), que apresenta a demografia entre os perfis de usuários com as estruturas do SAD.

Tabela 3.2: Demográficos associados com as estruturas específicas de SAD

Fonte: Adaptado de Pearson & Shim (1995)

	SAD (1)	SAD (2)	SAD (3)	SAD (4)	SAD (5)
Tamanho da estrutura:	39	23	25	39	32
Sexo:					
Masculino	37 (94,9%)	21 (91,3%)	23 (92,0%)	35 (89,7%)	29 (90,6%)
Feminino	2 (5,1%)	2 (8,7%)	2 (8,0%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)
Nível escolar:					
Doutorado	12 (30,8%)	8 (34,8%)	9 (36,0%)	15 (38,5%)	8 (25,0%)
Mestrado	26 (66,7%)	15 (65,2%)	14 (56,0%)	21 (53,8%)	21 (65,6%)
Bacharel	1 (2,6%)	0 (0,0%)	2 (8,0%)	2 (5,1%)	3 (9,4%)
Outros	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)	0 (0,0%)
Área de trabalho principal:					
Marketing	4 (10,3%)	3 (13,0%)	4 (16,0%)	10 (25,6%)	11 (34,4%)
MS/PO	14 (35,9%)	4 (17,4%)	7 (28,0%)	11 (28,2%)	5 (15,6%)
Programas públicos	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (8,0%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)
Produção	1 (2,6%)	1 (4,3%)	1 (4,0%)	2 (5,1%)	0 (0,0%)
Administrativo	1 (2,6%)	4 (17,4%)	2 (8,0%)	2 (5,1%)	1 (3,1%)
SAD	0 (0,0%)	4 (17,4%)	4 (16,0%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)
Finanças	5 (12,8%)	1 (4,3%)	3 (12,0%)	2 (5,1%)	5 (15,6%)
PeD	8 (20,5%)	4 (17,4%)	0 (0,0%)	5 (12,8%)	3 (9,4%)
Outros	6 (15,4%)	2 (8,7%)	2 (8,0%)	3 (7,7%)	3 (9,4%)
Posição administrativa:					
Superior	7 (17,9%)	3 (13,0%)	4 (16,0%)	6 (15,4%)	9 (28,1%)
Intermediário	18 (46,2%)	12 (52,2%)	12 (48,0%)	17 (43,6%)	12 (37,5%)
Supervisor	5 (12,8%)	6 (26,1%)	5 (20,0%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)
Não aplicável	9 (23,1%)	2 (8,7%)	4 (16,0%)	12 (30,8%)	8 (25,0%)
Uso de SAD:					
Diário	9 (23,1%)	5 (21,7%)	4 (16,0%)	11 (28,2%)	13 (40,6%)
Semanal	15 (38,5%)	11 (47,8%)	11 (44,0%)	13 (33,3%)	14 (43,8%)
Mensal	15 (38,5%)	7 (30,4%)	10 (40,0%)	15 (38,5%)	5 (15,6%)

**Participação do usuário
no desenvolvimento do
SAD:**

Design	0 (0,0%)	1 (4,3%)	3 (12,0%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)
Construção	1 (2,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Implementação	4 (10,3%)	3 (13,0%)	2 (8,0%)	3 (7,7%)	5 (15,6%)
Não envolvido	9 (23,1%)	2 (8,7%)	3 (12,0%)	4 (10,3%)	3 (9,4%)
Design/construção	0 (0,0%)	2 (8,7%)	2 (8,0%)	3 (7,7%)	1 (3,1%)
Design/implementação	4 (10,3%)	1 (4,3%)	2 (8,0%)	4 (10,3%)	2 (6,3%)
Construção/implementação	0 (0,0%)	3 (13,0%)	2 (8,0%)	2 (5,1%)	0 (0,0%)
Todas as fases	21 (53,8%)	11 (47,8%)	11 (44,0%)	19 (48,7%)	18 (56,3%)

Desempenho do SAD

Excelente	9 (23,1%)	7 (30,4%)	6 (24,0%)	12 (30,8%)	24 (75,0%)
Satisfatória	26 (66,7%)	15 (65,2%)	18 (72,0%)	26 (66,7%)	6 (18,8%)
Ruim	2 (5,1%)	1 (4,3%)	1 (4,0%)	0 (0,0%)	1 (3,1%)
Não aplicável	2 (5,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)	1 (3,1%)

Satisfação do usuário

Todo tempo	2 (5,1%)	1 (4,3%)	4 (16,0%)	1 (2,6%)	5 (15,6%)
Maior parte do tempo	26 (66,7%)	16 (69,6%)	14 (56,0%)	29 (74,4%)	23 (71,9%)
Algumas partes do tempo	8 (20,5%)	4 (17,4%)	7 (28,0%)	7 (17,9%)	3 (9,4%)
Raramente	1 (2,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Nunca	2 (5,1%)	2 (8,7%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)	1 (3,1%)

4 RECOMENDAÇÕES DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SAD CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA E FATORES AMBIENTAIS

O desenvolvimento de *software*, dentre eles os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), está intrinsecamente ligado ao seu ciclo de desenvolvimento que é determinado por várias fases subsequentes, que ao final de uma iteração ou de várias iterações, variando de acordo com o modelo utilizado, resulta na construção do *software* que foi primariamente estruturado.

Existem vários modelos disponíveis na literatura da área de engenharia de software para os mais variados tipos de *software*, alguns deles são adaptações de modelos pré-existentes com a finalidade de reger o ciclo de vida de um determinado tipo de *software*. Entre os modelos de ciclo de vida de *softwares* mais utilizados ao longo do tempo, pode-se destacar o modelo em cascata (PRESSMAN, 1995), o modelo por prototipação (SOMMERVILLE, 2007), o modelo em espiral (SOMMERVILLE, 2007) e diversos modelos de metodologias ágeis. Alguns modelos foram criados com a finalidade de auxiliar na criação do SAD, como por exemplo, o modelo adaptativo (KEEN, 1980), o ciclo de vida proposto por Sage (1991), modelo incremental (SPRAGUE; WATSON, 1991).

A proposição de modelos com recomendações de boas práticas do desenvolvimento dos sistemas de apoio à decisão visa à junção de metodologias de desenvolvimento do SAD, considerando as estruturas de perfis de usuários do SAD. Para cada estrutura de perfil do SAD, serão apresentadas recomendações para o desenvolvimento do SAD, englobando os fatores ambientais organizacionais que caracterizam a estrutura.

A figura 4.1 apresenta as influências das estruturas do SAD, englobando os fatores ambientais e os perfis dos usuários, e as características das metodologias de desenvolvimento do SAD, que impactam diretamente na metodologia de desenvolvimento de *software*, com a intenção de adaptá-la para o desenvolvimento do SAD.

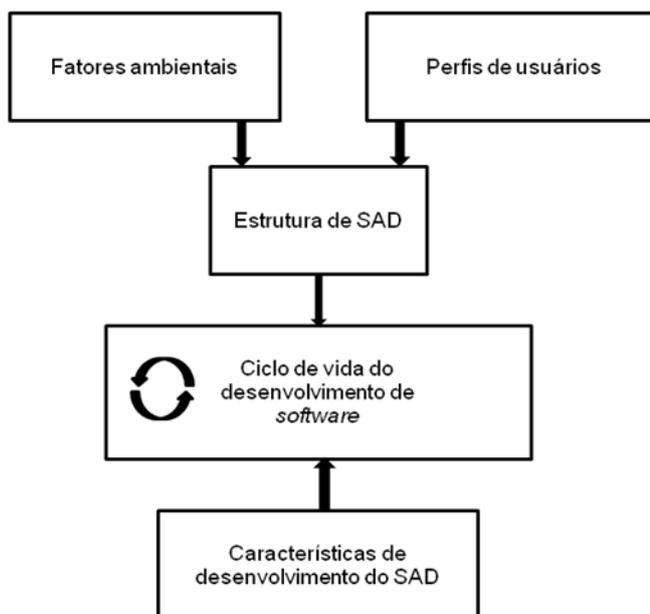


Figura 4.1: Fatores que influenciam na adaptação do ciclo de vida do desenvolvimento de software para o ciclo de vida do desenvolvimento de SAD

Fonte: O autor

4.1 Estrutura para Avaliação dos Modelos

A análise das estruturas de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), considerando os perfis de usuários, objetiva fornecer recomendações aos analistas no desenvolvimento do SAD. As boas práticas no desenvolvimento do SAD serão feitas utilizando o ciclo de vida do desenvolvimento de *software*, proposto por Sage (1991), com algumas modificações no modelo inicialmente proposto pelo autor. A cada fase do ciclo de vida do desenvolvimento serão incorporados os aspectos do processo unificado, conforme apresentado por Brandas (2007). Os aspectos ambientais organizacionais, que foram responsáveis pela identificação de cinco estruturas do SAD, conforme apresentado por Pearson e Shim (1995), serão o foco das apresentações das boas práticas nas etapas do ciclo de vida de desenvolvimento do SAD.

O ciclo de vida proposto por Sage (1991) tem como concepção inicial a estruturação do desenvolvimento de *software* baseados em fases consecutivas e complementares, em correlação às fases subsequentes. O autor tem como objetivo, na metodologia do ciclo de vida para engenharia de sistemas, a criação de conjunto de produtos operacionalizados que preencham as necessidades identificadas de um cliente ou de um grupo de usuários, de forma a realizar todas as tarefas desejadas por eles.

A partir da consideração que o *design* do sistema é o ponto fundamental na construção do sistema segundo o ciclo de vida proposto por Sage (1991), sendo um processo essencialmente criativo que tenta ao máximo elicitare as necessidades do usuário. As necessidades inicialmente elencadas deverão ser especificadas para posteriormente tornarem-se requisitos do processo de engenharia do sistema. Os requisitos do sistema elicitados na fase inicial do ciclo de vida do processo de engenharia do sistema estarão diretamente ligados ao sucesso ou fracasso do sistema. O projeto de engenharia de *software* derivado das especificações dos requisitos iniciais será o norte para os analistas de desenvolvimento do sistema, bem como servirá de interface entre eles e o grupo de futuros usuários do sistema.

Ainda sobre o *design* do sistema, é fundamental uma boa equipe de analistas, especificamente para a obtenção e posterior análise de requisitos, uma vez que a fase de coleta das necessidades do usuário é a principal entrada de informações para a especificação de todo ciclo de desenvolvimento do sistema. Os analistas encarregados da elicitação de requisitos necessitam de habilidade para perceber e analisar, quando possível, as requisições explícita pelos clientes nas entrevistas, através de conhecimentos prévios de modelos e de dados utilizados pelos *Stakeholders*, que são todas as pessoas que estão de alguma forma envolvidas e interessadas no processo de desenvolvimento do *software*, desde a concepção inicial até a futura implantação.

A metodologia do ciclo de vida da engenharia de sistemas proposta por Sage (1991) é derivado do ciclo de vida básico de engenharia de *software*, como é o caso do modelo em cascata. O início do ciclo de vida da engenharia de sistemas é caracterizado pela elicitação das necessidades propostas pelos indivíduos responsáveis pela requisição do sistema, que serão capturadas pelos analistas responsáveis pelos requisitos do sistema, elencando-os de acordo com sua experiência em uma série de requisitos que poderão ser utilizadas no sistema futuro. Os requisitos elencados pelos analistas serão avaliados e posteriormente aceitos ou descartados, podendo alguns dos requisitos rejeitados serem reformulados e aceitos.

De posse dos requisitos aceitos nas avaliações preliminares, os analistas desenvolverão as especificações do sistema e consecutivamente será proposto um projeto conceitual preliminar de como os conceitos serão trabalhados. Para o maior esclarecimento de quais serão as atividades a serem realizadas durante o restante do ciclo de vida, um projeto mais detalhado da arquitetura do sistema, bem como o detalhamento das especificações. Em seguida, o projeto detalhado do sistema é avaliado e testado, para então ocorrer as

implementações operacionais do sistema, que posteriormente poderá sofrer modificações decorrentes de avaliações do sistema integrado. No final do ciclo de vida, a implantação do sistema é realizada. A figura 4.2 apresenta as fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas, de uma maneira geral.

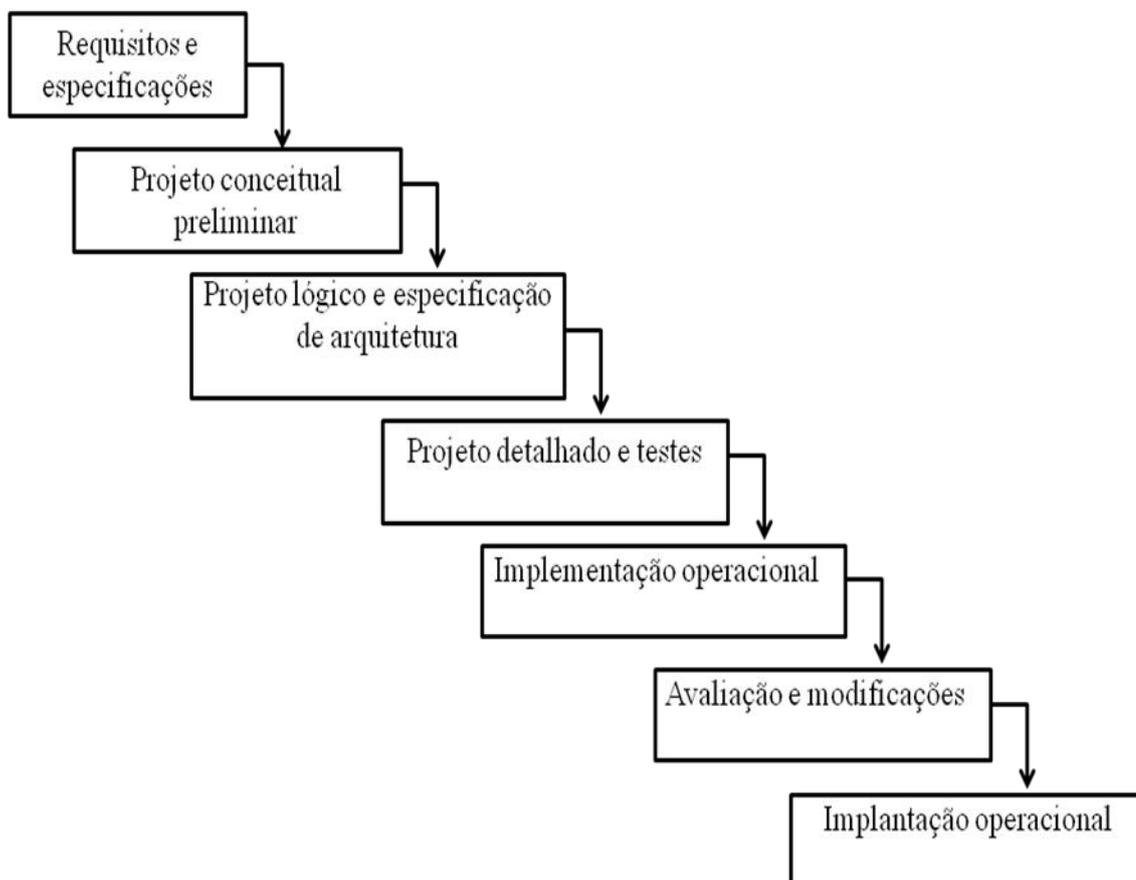


Figura 4.2: Fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

As recomendações de melhores práticas para o desenvolvimento do SAD que é proposto por essa pesquisa visam a seguir a metodologia do ciclo de vida da engenharia de sistemas proposto por Sage (1991), mas não se restringindo ao modo descrito anteriormente. O modelo adotado é derivado do ciclo de vida da engenharia de sistemas, porém, serão adotadas algumas modificações no modelo inicial, no que se refere às iterações em cada fase e nas interações entre as fases do ciclo de vida. Para refinar as fases do ciclo de vida de engenharia de sistemas é utilizado o modelo de aquisição do ciclo de vida, que é do que o detalhamento das fases do ciclo de vida em 22 fases distintas e complementares. Essas fases estão subdivididas em três categorias, que agregam peculiaridades das fases que elas contêm, são

elas: definição do sistema, *design* do sistema e desenvolvimento, e operação do sistema e manutenção.

- Definição do sistema: a primeira fase do ciclo de vida, composto de um conjunto de atividades que se inicia com o reconhecimento das necessidades expostas pelos usuários, finaliza com as especificações do sistema e com o plano de gerenciamento da engenharia do sistema. As especificações elicítadas nessa fase irão conduzir o desenvolvimento do sistema.
- *Design* do sistema e desenvolvimento: a segunda fase do ciclo de vida visa à maturação das especificações e do plano de gerenciamento, criando uma arquitetura geral do sistema. O plano de gerenciamento e as especificações determinarão a arquitetura do sistema e a estrutura de organização que o sistema vai seguir.
- Operação do sistema e manutenção: a terceira fase do ciclo de vida, também denominada de implantação, visa à entrega do sistema e posterior instalação. Nessa fase serão feitas possíveis manutenções no sistema entregue aos usuários, que decidirão sobre a desativação ou troca de sistema, caso exista algum sistema legado que executava as funcionalidades do atual sistema.

O detalhamento maior das 22 fases, que compõem o modelo proposto por Sage (1991), pode ser vista na figura 4.3, que apresenta as fases subdivididas em três grupos, que foi anteriormente descritos. Porém, algumas mudanças foram feitas para adaptar esse modelo de ciclo de vida de engenharia de sistemas para a concepção de um ciclo de vida especificamente para sistemas de apoio a decisão. As principais mudanças foram correlação a iteração do ciclo de vida, tanto entre fases subseqüentes, como para recomeço de todas as fases novamente. Entenda-se por iteração, o ato de repetir uma ou mais vezes uma determinada quantidade de fases proposta no modelo, assim diferenciando de interação, que no contexto do trabalho foca na relação recíproca entre dois elementos, estabelecendo a interatividade entre eles, como é o caso da interação homem-máquina.

Além da inserção das iterações entre fase, seguindo as iterações proposta pela metodologia adotada por Brandas (2007), também foi necessário a inserção de novas fases, tais como a validação do usuário na primeira fase, que tenta evitar erros de requisitos em fases futuras, e a validação do usuário para cada subsistema implementado, facilitando a avaliação através de protótipos funcionais.

A fase de seleção de fonte, que se encontra no modelo proposto por Sage (1991), foi alterada para a fase de aceitação da proposta de desenvolvimento e firmação de contrato no modelo adaptado. Essa mudança não é caracterizada pela alteração funcional dessa fase, que prevê a aceitação da proposta de desenvolvimento e a firmação do contrato descrevendo as atividades a serem realizadas no restante do desenvolvimento. A mudança proposta tem como objetivo apenas alterar a nomenclatura da fase, a fim de facilitar o entendimento, à primeira vista, de suas funcionalidades.

Os subsistemas serão os protótipos funcionais que o usuário iterativamente valida e avalia. Caso o subsistema seja aprovado pelo usuário, será integrado no sistema como um todo e outro subsistema será desenvolvido, até que todos os subsistemas sejam desenvolvidos e o sistema como um todo esteja pronto. Caso o usuário reprove o subsistema, o analista poderá refinar melhor a arquitetura conceitual ou até mesmo revalidar os requisitos elicitados juntamente com os *Stakeholders*. Essas mudanças nas iterações da criação dos subsistemas funcionais ocorrem na segunda fase do ciclo de vida do sistema, na etapa denominada de *design* do sistema e desenvolvimento.

A iteração criada na fase de integração dos subsistemas com desenvolvimento das arquiteturas conceituais, na etapa de *design* e desenvolvimento do sistema ocorre pelo motivo de existir algum erro propagado pela arquitetura do sistema. Segundo a pesquisa realizada por Abdelmoez *et al.* (2004), que visa a avaliar os erros propagados entre componentes do sistema, demonstra que podem ocorrer erros entre os componentes do sistema por causa do resultado de um componente ser afetado pelo erro na execução de outro componente. Caso aconteça esse tipo de erro é necessário reavaliar a arquitetura para identificar quais componentes podem ser afetados, caso ocorra um erro em um determinado componente.

Outras mudanças significativas estão na terceira fase do ciclo de vida, na operação do sistema e manutenção. Quando há a identificação de alguma falha no teste operacional ou alguma eventual mudança nos requisitos do sistema será feita uma iteração no ciclo de vida, retornando ao início da primeira fase para obter novamente as novas necessidades do usuário e posteriormente redefinir os novos requisitos ou alterar os requisitos anteriormente elicitados. A fase de manutenção do desenvolvimento de mudanças no sistema não será incorporada no modelo adaptado para o SAD, uma vez que qualquer mudança que ocorra no sistema será necessária à iteração para fases anteriores.

Nas alterações do modelo de ciclo de vida é importante que o analista responsável pela arquitetura do sistema faça um balanço dos impactos que essa mudança pode desencadear, rastreando todos os subsistemas que serão afetados. Uma vez feita às mudanças necessárias o ciclo de vida do sistema segue naturalmente para as demais fases, respeitando todas as iterações que serão feitas no desenvolvimento dos subsistemas.

A fase aceitação final na etapa de operação e manutenção do sistema é uma das fases cruciais para o usuário, que vai aprovar ou não o SAD desenvolvido. Caso seja necessária alguma mudança no sistema, decorrido de alguma falha na especificação de algum subsistema, será realizada a iteração para nova especificação e testes do componente defeituoso, que passará novamente pelas fases subsequentes até realizar uma nova avaliação. Caso o problema no funcionamento do sistema seja devido a falhas na especificação dos requisitos do sistema, será necessária a iteração com a fase de identificação das necessidades do usuário, para avaliar os erros encontrados nos requisitos. Identificado o erro, será necessário percorrer as fases subsequentes do ciclo de vida, a partir da definição dos requisitos com o intuito de avaliar possíveis mudanças na definição do sistema e implicações, *design* e desenvolvimento do sistema.

No final do ciclo de vida da engenharia de sistemas adaptado para o SAD, deverá conter a característica chave para esse tipo de sistema, que é a sua evolução, segundo o modelo evolutivo apresentado por Sprague e Watson (1991). A evolução do SAD requer sempre a manutenção do mesmo, sempre retornando a fase inicial quando for necessária a incorporação de alguma nova funcionalidade, que afetará algum subsistema existente, afetando também a arquitetura do sistema, ou a incorporação de um novo subsistema que será agregado no sistema como um todo e apenas será incrementado na arquitetura, minimizando assim o impacto nos demais subsistemas existentes.

Na figura 4.3 são ilustradas as 22 fases do ciclo de vida de engenharia de sistema proposto por Sage (1991), que apresenta a sequência entre as fases do ciclo de vida apontadas por setas indicativas, seguindo a arquitetura *top-down*, característico de modelos derivados do modelo em cascata. Essas fases são agrupadas em três conjuntos denominados de definição do sistema, *design* do sistema e desenvolvimento e operação do sistema e manutenção. Os conjuntos também possuem a sequência *top-down*, a qual necessita de artefatos e funcionalidades providas pelo conjunto anterior.

A figura 4.4 apresenta o modelo de ciclo de vida de engenharia de sistemas proposto por Sage (1991) com as modificações necessárias para utilizá-lo no ciclo de vida do desenvolvimento do SAD. Mudanças essas derivadas das necessidades especiais que os SADs requerem, que em vários aspectos diferenciam-se do desenvolvimento de outros sistemas. As alterações relativas ao ciclo de vida inicialmente proposto estão visíveis através de iteração entre diversas fases do ciclo de vida do SAD, sinalizadas por setas posicionadas no lado esquerdo da figura.

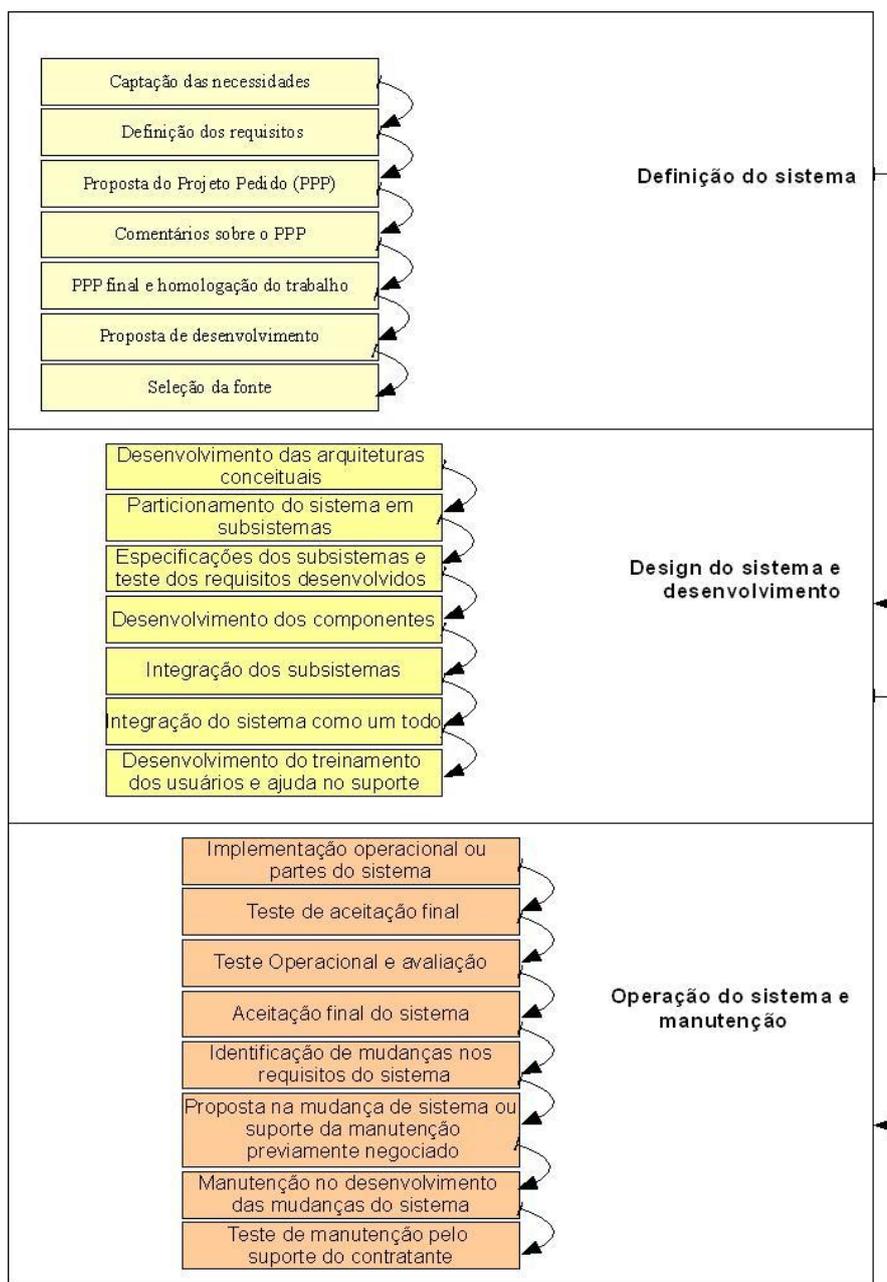


Figura 4.3: 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

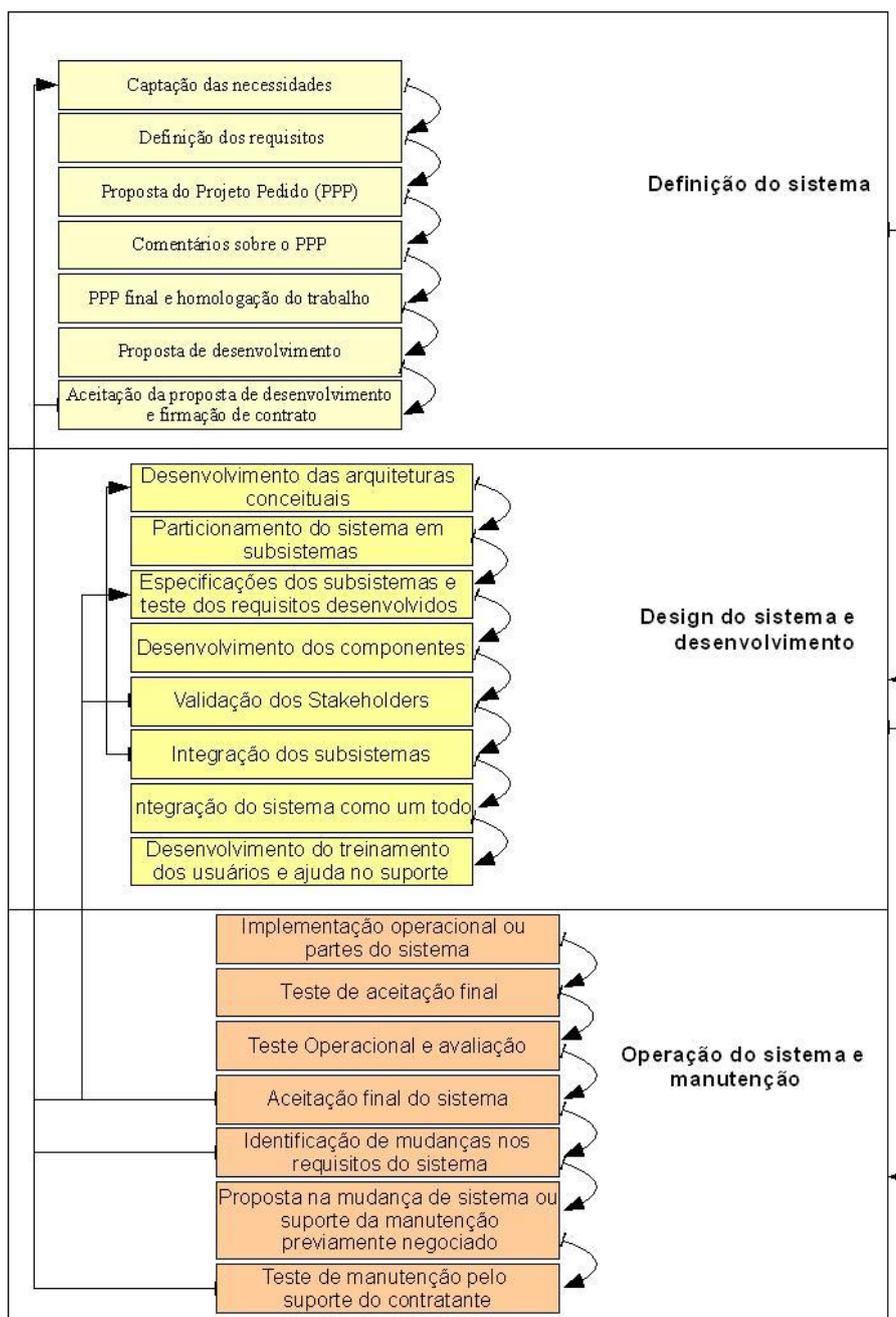


Figura 4.4: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

4.2 Recomendações para a Estrutura de SAD

As recomendações propostas para a estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) advêm da categorização da estrutura do SAD de acordo com os perfis de usuários, proposto por Pearson e Shim (1995), que realizaram uma pesquisa de campo a qual identificaram estes perfis de usuários, bem como os principais fatores ambientais que impactam no

desenvolvimento de um SAD, sendo estes os principais motivos de sua utilização. Também é utilizado o ciclo de vida de engenharia de sistemas, proposto por Sage (1991), mas com uma série de modificações para a adaptação ao desenvolvimento do SAD. Essas recomendações visam a orientar o projetista do sistema, bem como outros envolvidos no desenvolvimento do SAD, denominados de *Stakeholders*, a reter maior atenção nas etapas do ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, para a qual as características das estruturas são mais requisitadas. Tais estruturas estão divididas em cinco estruturas do SAD de acordo com os perfis dos usuários que utilizam cada estrutura.

As características demandadas por cada estrutura do SAD deverão ser consideradas nas fases do ciclo de vida no seu desenvolvimento, necessitando sempre focar nas fases que são mais cruciais. Entretanto, existem algumas fases que possuem as mesmas peculiaridades para as cinco estruturas do SAD e outras que são importantes no desenvolvimento do SAD, mas que não necessitam de muito esforço do analista, considerando as estruturas propostas.

A vantagem da utilização das recomendações no ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, através do ciclo de vida de engenharia de sistemas proposto por Sage (1991) e adaptado para o ciclo de vida para o desenvolvimento do SAD, é a priorização de fases importantes do ciclo de vida do desenvolvimento do sistema. As fases priorizadas propiciam ao analista vislumbrar quais fases serão necessários maiores esforços e cuidados, assim buscando atingir um desenvolvimento mais eficiente em menor tempo, e buscando também a iterações necessárias com os *Stakeholders*, e conseqüentemente a sua satisfação, uma vez que seu perfil está sendo considerado em todo ciclo de vida do desenvolvimento do sistema.

Considerando o ciclo de vida do SAD adaptado por essa pesquisa, serão analisados os três conjuntos de fases do ciclo de vida, assim como o detalhamento de fases mais relevantes de cada conjunto. As fases do ciclo de vida adaptado estão dispostas em 22 fases consecutivas e com as iterações necessárias entre elas, para acomodar o desenvolvimento do SAD.

Nos tópicos a seguir será debatida cada estrutura do SAD com suas respectivas características e quais impactos elas causarão nas fases do modelo de ciclo de vida adaptado para o SAD. As recomendações serão derivadas da conexão das características das estruturas do SAD, considerando os perfis de usuários, e do modelo de ciclo de vida do SAD, com suas 22 fases subdivididas em três conjuntos de fases.

4.2.1 Primeira Estrutura do SAD

A primeira estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é identificada por uma série de combinações de fatores ambientais que influenciam diretamente o SAD. Dentre alguns dos fatores ambientais que se destacam estão as estruturas das atividades realizadas pelos sistemas, que contemplam principalmente problemas semiestruturados, o suporte principalmente ao nível médio de gerenciamento, fornece o auxílio a praticamente todas as fases de uma decisão e são sistemas voltados a problemas específicos.

Outras características importantes da primeira estrutura do SAD identificada por Pearson e Shim (1995) é o suporte dessa estrutura a diversos usuários. A estrutura até então descrita é baseada em modelos, que são acoplados no banco de modelos, segundo a arquitetura de SAD proposta por Sprague e Watson (1991). O gerenciamento de modelos provê suporte a vários modelos, para decisões operacional, tática e estratégica, fornecendo ao SAD todo o gerenciamento dos modelos e interações com banco de dados.

Os usuários da primeira estrutura do SAD são em sua maioria indivíduos com boas habilidades computacionais, com alto nível educacional, atuando principalmente no nível médio de gerenciamento. A frequência na utilização do SAD pelos usuários é geralmente baixa, uma vez que a maioria deles utiliza o SAD semanalmente ou mensalmente e geralmente estão satisfeitos com o sistema por eles usado. Os usuários responsáveis pela utilização do SAD geralmente participam de todo o desenvolvimento do sistema, nas fases de *design*, implementação e construção. As informações aqui explicitadas são resultados da pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995).

As agregações dos fatores ambientais que influenciam a estrutura do SAD, com as características dos perfis dos usuários e com o ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas de informação, resultam em algumas recomendações para os analistas responsáveis pelo desenvolvimento do SAD. Para a primeira estrutura do SAD são pertinentes algumas recomendações, considerando o modelo de ciclo de vida proposto por Sage (1991), com adaptações para o SAD, referentes à etapa de definição do sistema, principalmente para as fases de captação das necessidades dos usuários e a definições dos requisitos, advindos das necessidades captadas.

O cuidado especial com a etapa de definição do sistema, essencialmente nas fases de captação das necessidades e definição dos requisitos, advém da necessidade do analista elicitar, de forma precisa, todas as requisições propostas pelo usuário, conseguindo

posteriormente transcrever as requisições em requisitos formais. Segundo Pressman (1995), a compreensão dos requisitos é fundamental para que o desenvolvimento do *software* seja bem sucedido, não importando o quão bem projetado, o quanto seja bem desenvolvido, um programa mal analisado e especificado desapontará o usuário e trará problemas ao desenvolvedor.

Por se tratar de uma estrutura que faz forte uso de modelos, solucionando em sua maioria problemas semiestruturados, requer do analista um esforço maior na definição de requisitos, pelo fato de modelos semiestruturados fornecerem regras definidas. Esses modelos serão posteriormente arquitetados, de maneira que ocorra comunicação entre eles, quando necessário.

A comunicação entre os modelos e/ou componentes deverá ser identificada na proposição da arquitetura de desenvolvimento, na etapa de *design* e desenvolvimento do sistema, os quais serão posteriormente desenvolvidos e testados pelos *Stakeholders* responsáveis pelo sistema. As falhas identificadas entre as comunicações dos componentes levam a iteração para uma melhor especificação da arquitetura do componente, que será novamente desenvolvida e testada. Essas peculiaridades do *design* e desenvolvimento do sistema requerem maior esforço do analista nas fases de desenvolvimento das arquiteturas conceituais, especificações dos subsistemas e teste dos requisitos desenvolvidos, desenvolvimento dos componentes e validação dos *Stakeholders*, bem como na iteração entre a arquitetura de desenvolvimento e a validação dos *Stakeholders*. Embora as iterações sejam limitadas por motivo das falhas que ocorrerem principalmente pela implementação errônea dos componentes, o analista deve dar atenção a essas iterações.

A última etapa do ciclo de vida do SAD, operação e manutenção do sistema, será a que exigirá menos esforço do analista, por apresentar como fases críticas apenas a identificação de mudanças nos requisitos do sistema e o teste de manutenção pelo suporte do contratante. A atenção a essas fases provém das eventuais mudanças de algum novo modelo ou de melhorias no modelo, que é decorrência natural de sistemas do tipo SAD.

A figura 4.5 apresenta as fases críticas para os analistas que porventura desenvolvam o SAD utilizando a primeira estrutura, destacando em vermelho as fases e iterações que necessitam de maior esforço dos responsáveis pelo desenvolvimento do sistema.

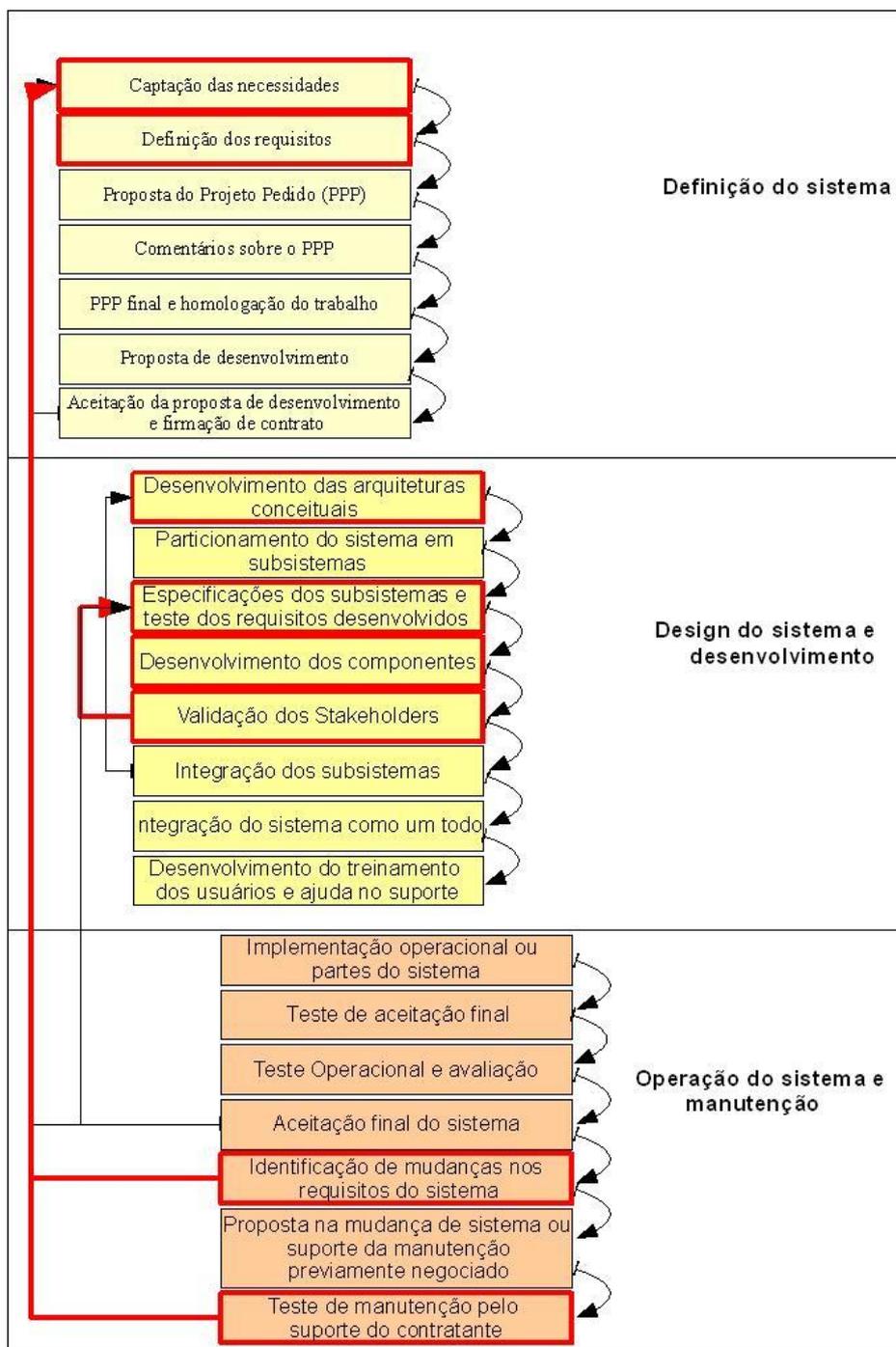


Figura 4.5: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a primeira estrutura

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

4.2.2 Segunda Estrutura de SAD

A segunda estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) tem como característica a estruturação de sistemas que suportem estruturas de atividades semiestruturadas e não

estruturadas, possibilitando o gerenciamento nos níveis altos e baixos da organização. Essa estrutura é capaz de suportar todas as fases de uma decisão, destacando principalmente a identificação de problemas e oportunidades, para problemas específicos. A segunda estrutura do SAD ainda possui suporte para múltiplos usuários, que acessam o sistema diretamente ou com auxílio de intermediários, e a interação com outros sistemas da organização.

No nível arquitetural, o gerenciador de diálogo possui flexibilidade na interface com usuário, provendo facilidade para interagir com outros componentes do SAD, bem como no gerenciamento de dados. O gerenciador de modelos fornece a flexibilidade na utilização de vários modelos, suportando decisões operacionais e táticas, e interagindo com o banco de dados diretamente. O gerenciamento de banco de dados é o principal fator no nível arquitetural para a segunda estrutura do SAD, por provê interações com o banco de dados facilitado por consultas feitas diretamente do SAD para o banco de dados exclusivo para esse sistema. Ainda com relação ao gerenciador de banco de dados, ele possui dados extraídos de várias bases de dados e é auxiliado pelo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) para a manipulação de funções dentro dos dados armazenados.

Os perfis dos usuários desta estrutura do SAD são indivíduos que possuem bom nível de conhecimento computacional, alto nível educacional, que estão em sua maioria no nível de gerenciamento médio. Esses indivíduos utilizam o SAD com uma frequência média, geralmente semanal, e acham que o desempenho do SAD é satisfatório. As pessoas responsáveis pela requisição do SAD normalmente estão envolvidas nas fases *design*, implementação e construção do sistema, com destaque na fase de implementação, do ciclo de vida do SAD. As informações aqui explicitadas são resultados da pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995).

Agregações realizadas mediante os fatores ambientais que influenciam no desenvolvimento de um SAD, o modelo adaptado do ciclo de vida de sistemas de informação, inicialmente proposto por Sage (1991), e as características dos perfis dos usuários de SAD são possíveis elicitarem algumas recomendações para o analista responsável pelo desenvolvimento do SAD.

As fases de captação das necessidades dos usuários, assim como a definição dos requisitos do SAD, na etapa de definição do sistema são cruciais para todo o ciclo de vida do desenvolvimento do sistema. Nessas fases, será necessário considerar além das necessidades funcionais do SAD, também considerar os estilos cognitivos dos usuários, uma vez que a

segunda estrutura do SAD preza pela forte interação usuário-sistema, através do gerenciador de diálogos. Segundo Moreau (2005), o fator interface amigável do sistema com usuário influenciam diretamente na satisfação e na frequência da utilização dos usuários com o sistema. Assim, faz-se necessário elicitar desde o início do ciclo de vida do sistema, qual estilo cognitivo do usuário e seus principais impactos.

Há a flexibilidade provida pelo gerenciador de diálogos e a necessidade de um gerenciamento efetivo e eficaz do gerenciador de dados, emergindo um esforço maior no desenvolvimento das arquiteturas conceituais, na etapa de *design* e desenvolvimento do sistema. O esforço surge da necessidade de integração entre os componentes do SAD com o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), os quais deverão prover consultas facilitadas no nível de aplicação, no gerenciador de diálogos. Além da fase de desenvolvimento das arquiteturas conceituais, a fase de especificação dos subsistemas e teste dos requisitos desenvolvidos também será feita, requisitando maior esforço do analista.

As fases de desenvolvimento dos componentes, validação dos *Stakeholders* e integração dos subsistemas serão as fases mais críticas do ciclo de vida do desenvolvimento do sistema, uma vez que o SAD deverá fornecer interatividade com o usuário. Nessas fases, será desenvolvido e testado cada componente, que ao final de cada um deles é criado um protótipo funcional para avaliação dos *Stakeholders*. Caso o componente seja aprovado, ele seguirá para a integração com outros componentes, caso não seja aprovado, será feita uma iteração para que o componente possa ser especificado e desenvolvido um novo protótipo.

A etapa de operação e manutenção do sistema exigirá um grande esforço do analista, pois os testes operacionais do SAD serão cruciais para que haja uma aceitação final dos usuários. As fases de implementação operacional, teste de aceitação final, teste operacional e aceitação final do sistema serão de fundamental importância para o sucesso do SAD, pelo motivo de que a segunda estrutura do SAD deve fornecer um gerenciador com flexibilidade, e isso deverá ser avaliado em conjunto com o usuário final. Essas recomendações tornam-se pertinentes pelo nível de gerenciamento suportado, geralmente de baixo e médio nível.

Outro esforço para o analista encontra-se na fase de identificação de mudanças nos requisitos do sistema. Isso se deve às estruturas das atividades não estruturadas, que muitas vezes necessitam de mudanças não programadas. Segundo Simon (1980), decisões não estruturadas são situações novas ou problemas em que não se tem regras ou métodos de

solução. A evolução natural do SAD também deve ser considerada, através da fase de teste de manutenção pelo suporte do contratante, que poderá requisitar novas mudanças no sistema.

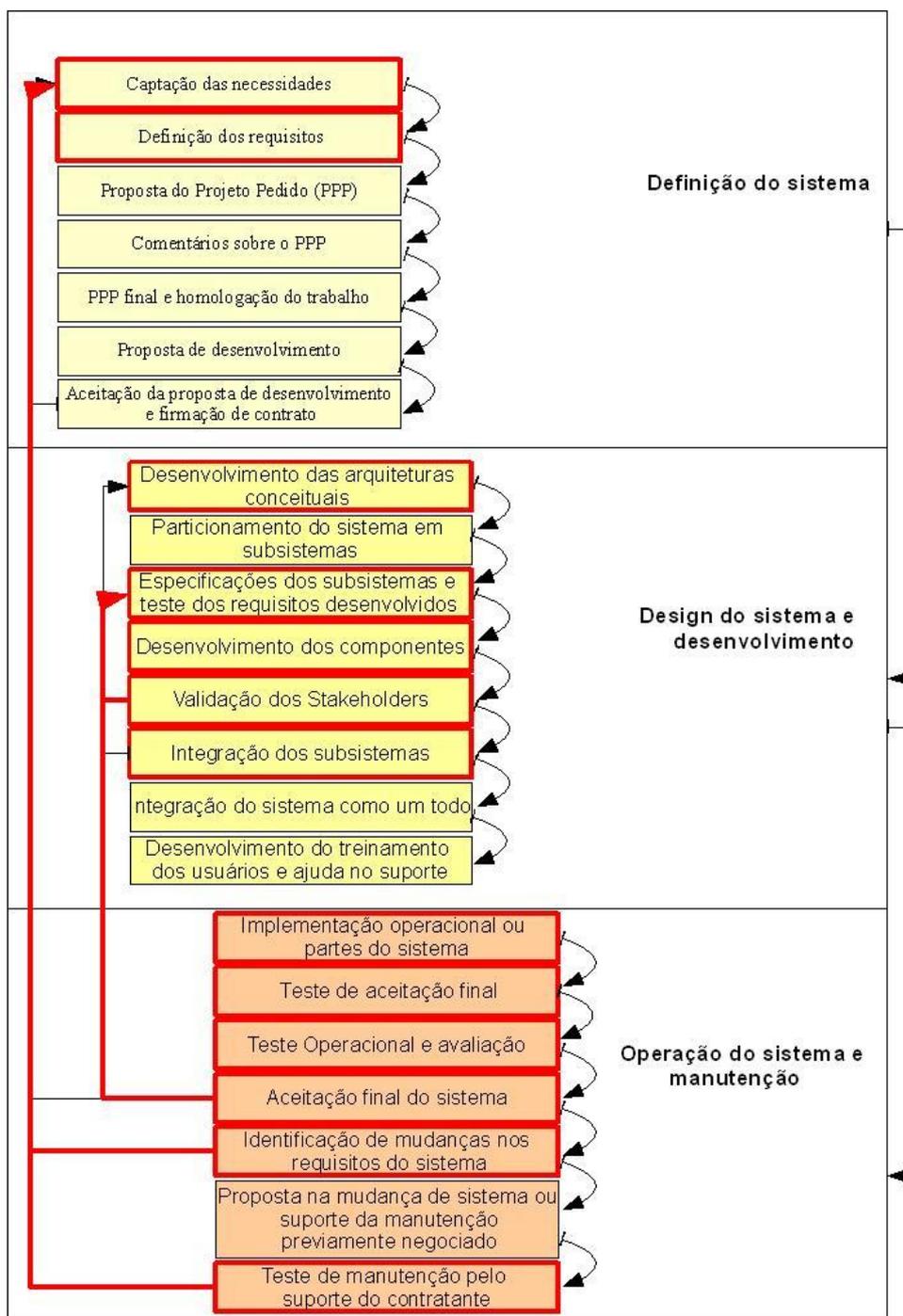


Figura 4.6: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a segunda estrutura

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

A figura 4.6 acima apresenta as fases críticas para a segunda estrutura do SAD, as quais requerem maiores esforços do analista. Essas fases e interações estão destacadas na cor vermelha.

4.2.3 Terceira Estrutura de SAD

A terceira estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é a mais fraca estrutura dentre as cinco estruturas do SAD identificadas por Pearson e Shim (1995). Ela se caracteriza pelo suporte mediano as atividades estruturadas e semiestruturadas, por possibilitar gerenciamento principalmente para os níveis altos e médios da organização, pelo suporte as fases de identificação e análise e escolha de alternativas, com destaque para a fase de análise alternativa, de uma decisão. Os problemas desta estrutura são específicos, normalmente o SAD é utilizado por intermediários para a resolução dos problemas. Os SADs desenvolvidos por esta estrutura fornecem o acesso a vários usuários e podem ter algum tipo de interatividade com outros sistemas dentro da organização.

Na arquitetura do SAD desenvolvida com a terceira estrutura é fornecido baixo nível de interatividade com o usuário, através do gerenciamento do diálogo, que fornecem apenas baixa interatividade com os outros componentes do SAD, como é o caso do gerenciador de modelos e o gerenciador de banco de dados, e também subsistemas que gerenciam os dados com baixa eficiência. O gerenciador de modelos, assim como o gerenciador de diálogo possui poucas funcionalidades, que suportam apenas as decisões táticas e operacionais. O gerenciador de banco de dados, diferentemente dos gerenciadores de diálogo e modelos, fornecem uma série de funcionalidade, tais como a interação direta com o banco de dados, o uso do sistema gerenciador de banco de dados, que facilita toda manipulação dos dados armazenados e facilita as consultas pelo uso de linguagens de pesquisa, e o uso de um banco de dados exclusivo para o SAD.

Os perfis dos usuários do SAD, que utilizam a terceira estrutura são caracterizados por indivíduos que possuem um alto nível educacional e boas habilidades computacionais, ocupam, em sua maioria, o nível médio do gerenciamento organizacional. A frequência da utilização do SAD pelos indivíduos é baixa, pelo motivo de normalmente utilizarem o sistema de modo semanal ou mensal, e acham o desempenho do SAD satisfatória. As pessoas responsáveis pela requisição do SAD podem não se envolver no desenvolvimento do mesmo, porém, quando há o envolvimento dos indivíduos que participam de todo o desenvolvimento

do SAD nas fases de *design*, implementação e construção. As informações aqui explicitadas são resultados da pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995).

As agregações dos fatores ambientais que influenciam a estrutura do SAD, das características dos perfis dos usuários e do ciclo de vida de desenvolvimento de sistemas de informação, resultam em algumas recomendações para os analistas responsáveis pelo desenvolvimento do SAD. Tais recomendações impactam diretamente em várias etapas do ciclo de vida do sistema.

A etapa de definição do sistema é crucial para a terceira estrutura do SAD, principalmente nas fases de captação das necessidades dos usuários e na definição dos requisitos. Por essa estrutura do SAD conter, principalmente, atividades estruturadas e semiestruturadas, que, segundo Clericuzi (2006), são estruturas fáceis de definir, apenas as semiestruturadas possuem pouca dificuldade por não terem atividades totalmente definidas. Os requisitos derivados das necessidades dos usuários são ainda mais fundamentais, se comparado às outras estruturas do SAD. As atividades estruturadas, assim como as semiestruturadas, possuem suas formulações e regras bem definidas, o que facilita a coleta dos requisitos pelos analistas. Porém, uma pequena falha na coleta pode resultar no fracasso do sistema.

A partir dos coletados e da conclusão das fases subsequentes da etapa de definição, o analista terá um relevante esforço no desenvolvimento das arquiteturas conceituais. Esse esforço provém da necessidade de uma comunicação eficiente entre os componentes do sistema, principalmente os componentes de banco de dados. Existe uma relativa facilidade na elaboração da arquitetura do sistema, pelo motivo da terceira estrutura não dar muito foco aos gerenciadores de diálogo e de modelos. Porém, a menor falha na arquitetura do sistema poderá ocasionar o funcionamento ineficiente com os componentes, resultando no fracasso do SAD.

Outras fases críticas na etapa de *design* e desenvolvimento do sistema são correlação as especificações dos subsistemas e teste dos requisitos desenvolvidos, uma vez que essa fase vai desencadear os passos que o programador vai utilizar no desenvolvimento dos componentes. Após a definição dos subsistemas, o desenvolvimento dos componentes, através de um protótipo funcional, é realizado e em seguida os *Stakeholders* validarão o cada componente desenvolvido, sendo uma fase crítica visto que o componente pode ser aprovado para a

integração com os demais ou pode ser reprovado, o que resulta na iteração para uma nova especificação do componente.

A etapa de operação e manutenção do sistema contém as fases com menos esforço para os analistas, os quais deverão dar maior atenção na implantação operacional ou partes do sistema, teste operacional e avaliação e nas possíveis identificações de mudanças nos requisitos do sistema. Essas fases necessitam de atenção especial por apresentarem o comportamento do sistema em meio operacional, que pode resultar em modificações em algum requisito do sistema ou eventual melhoria, considerando a operação do SAD.

A figura 4.7 apresenta as principais fases que o analista despenderá maior esforço e atenção, para o desenvolvimento do SAD utilizando a terceira estrutura. Essas fases estão destacadas em vermelho para melhor entendimento e visualização.

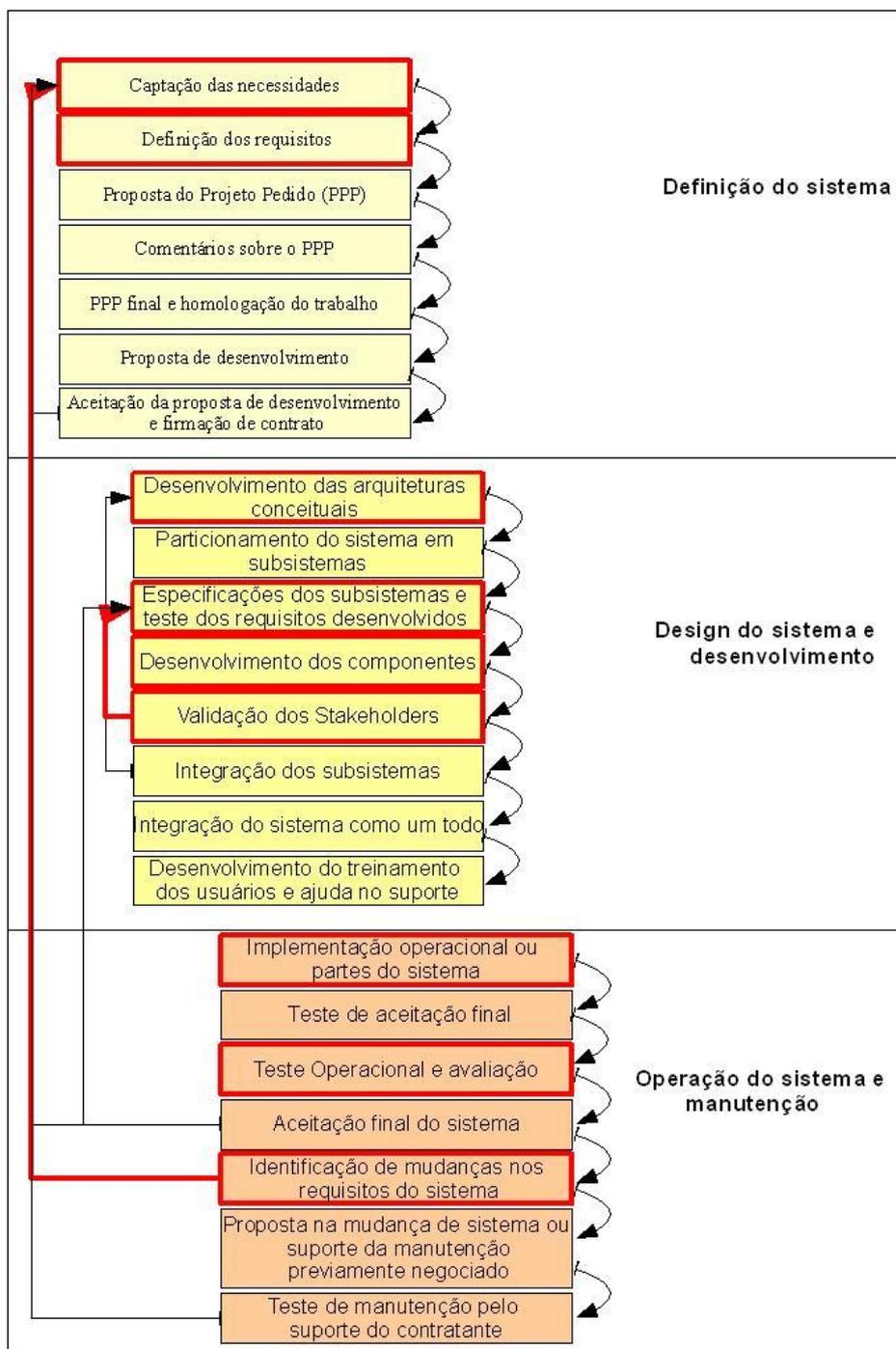


Figura 4.7: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a terceira estrutura

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

4.2.4 Quarta Estrutura de SAD

A quarta estrutura do SAD é caracterizada pela sua diversidade no tratamento de estrutura de atividades, abrangendo as atividades estruturadas, semiestruturadas e não

estruturadas. O nível de gerenciamento suportado engloba o alto e médio níveis, com destaque para o médio nível, auxiliando em todas as fases de problemas de decisão, tais como a identificação de problemas e oportunidades e na análise e escolha de alternativas de problemas específicos. Os SADs que utilizam esta estrutura no seu desenvolvimento são geralmente sistemas que possuem alta interatividade com os usuários e suportam o acesso de múltiplos usuários.

Nos termos da arquitetura do SAD, a quarta estrutura destaca-se das demais estruturas identificadas por Pearson e Shim (1995) por apresentar um efetivo gerenciamento de diálogo, provendo flexibilidade na interface com o usuário, facilitado pelo uso de componentes interativos. O gerenciador de diálogos ainda apresenta subsistemas facilitadores para a gerência de dados e a interatividade com outros componentes do SAD, tais como os gerenciadores de modelos e de banco de dados. O gerenciador de modelos também se destaca, na arquitetura utilizada pela quarta estrutura do SAD, por possuir suporte a vários modelos, que podem ser construídos ou agregados, através do diretório de modelos, por suportar todos os tipos de decisão, seja ela operacional, tática ou estratégica, gerenciados pelo modelo de gerenciamento de sistemas. O gerenciador de banco de dados possui algumas limitações no que tange à utilização dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) e sua utilização na manipulação de dados, através de consultas facilitadas, assim como a extração de dados de diversos bancos de dados. Porém, o gerenciador de banco de dados fornece uma interação direta com o banco de dados, mas não possui banco de dados exclusivo.

Os perfis dos usuários da quarta estrutura do SAD possuem bom nível de conhecimentos computacionais e alto grau de escolaridade, ocupando em sua maioria níveis médio de gerenciamento na organização ou não se enquadra em nenhum nível gerencial. Os usuários do SAD utilizam esse sistema com uma alta frequência e acham satisfatório o desempenho do SAD. Os indivíduos responsáveis pela requisição do desenvolvimento do SAD, geralmente participam de todas as fases da concepção do SAD. Eles participam de forma ativa no design, implementação e construção do sistema, destacando as fases de *design* e implementação. As informações aqui explicitadas são resultados da pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995).

Os fatores ambientais que influenciam a estrutura do SAD, identificados por Pearson e Shim (1995), agregados com o modelo adaptado do ciclo de vida do desenvolvimento de *software* proposto por Sage (1991) e as características dos perfis dos usuários levam à

identificação de recomendações aos analistas responsáveis pelo desenvolvimento do SAD. Essas recomendações dizem respeito às principais fases do ciclo de desenvolvimento do SAD, considerando a quarta estrutura.

Na primeira etapa de definição do sistema, as fases que deverão ser priorizadas pelos analistas são a captação das necessidades dos usuários e a definição dos requisitos. A complexidade dessas duas fases está relacionada com o nível de estruturação das atividades proposta nas necessidades do usuário. Normalmente, quanto menos estruturada seja atividade, menor o grau de precisão dos requisitos elicitados, que poderá resultar em iterações para mudanças de requisitos. O estilo cognitivo dos usuários do SAD deverá ser considerado também nessas fases, uma vez que a cognição deve ser considerada no desenvolvimento da interface com o usuário, que será priorizado no desenvolvimento do gerenciador de diálogos.

Os modelos que serão implementados no sistema, de acordo com as necessidades dos usuários, deverão resultar em protótipos funcionais para a validação dos *Stakeholders*. Esses modelos serão agrupados no banco de modelos e gerenciados pelo gerenciador de modelos, que fornecerá modelos para os mais diversos tipos de decisões. Por isso, o analista deverá empreender grande esforço no desenvolvimento das arquiteturas conceituais, prevendo as possíveis comunicações entre os diversos componentes desenvolvidos, focando principalmente nos componentes relativos aos modelos de dados e no diálogo com o usuário. Além das fases de desenvolvimento da arquitetura conceitual, o analista deve dar maior atenção às fases de particionamento do sistema em subsistemas, especificações dos subsistemas e teste dos requisitos desenvolvidos, desenvolvimento dos componentes, validação dos *Stakeholders* e integração dos subsistemas, assim como as iterações contidas entre elas. O maior ou menor esforço empreendido pelo analista nas fases descritas dependerá da estruturação das atividades.

Na etapa de operação e manutenção do sistema, as fases prioritárias para o analista estão nos teste que deverão ser realizados operacionalmente, visando a possíveis alterações ou incrementos de novos requisitos ao SAD. As fases de implantação operacional ou partes do sistema são essenciais para a posterior aceitação e avaliação dos usuários, principalmente pelo fato da quarta estrutura do SAD focar no gerenciamento de diálogo efetivo com usuário.

As fases de identificação de mudanças nos requisitos do sistema e teste de manutenção pelo suporte do contratante dependerão do nível de estruturação das atividades, uma vez que a quarta estrutura tange a todos os tipos de estruturação de atividades. As iterações relativas à

etapa de operação e manutenção do sistema estão correlacionadas à evolução natural dos SADs, conforme proposto por Sprague e Watson (1991).

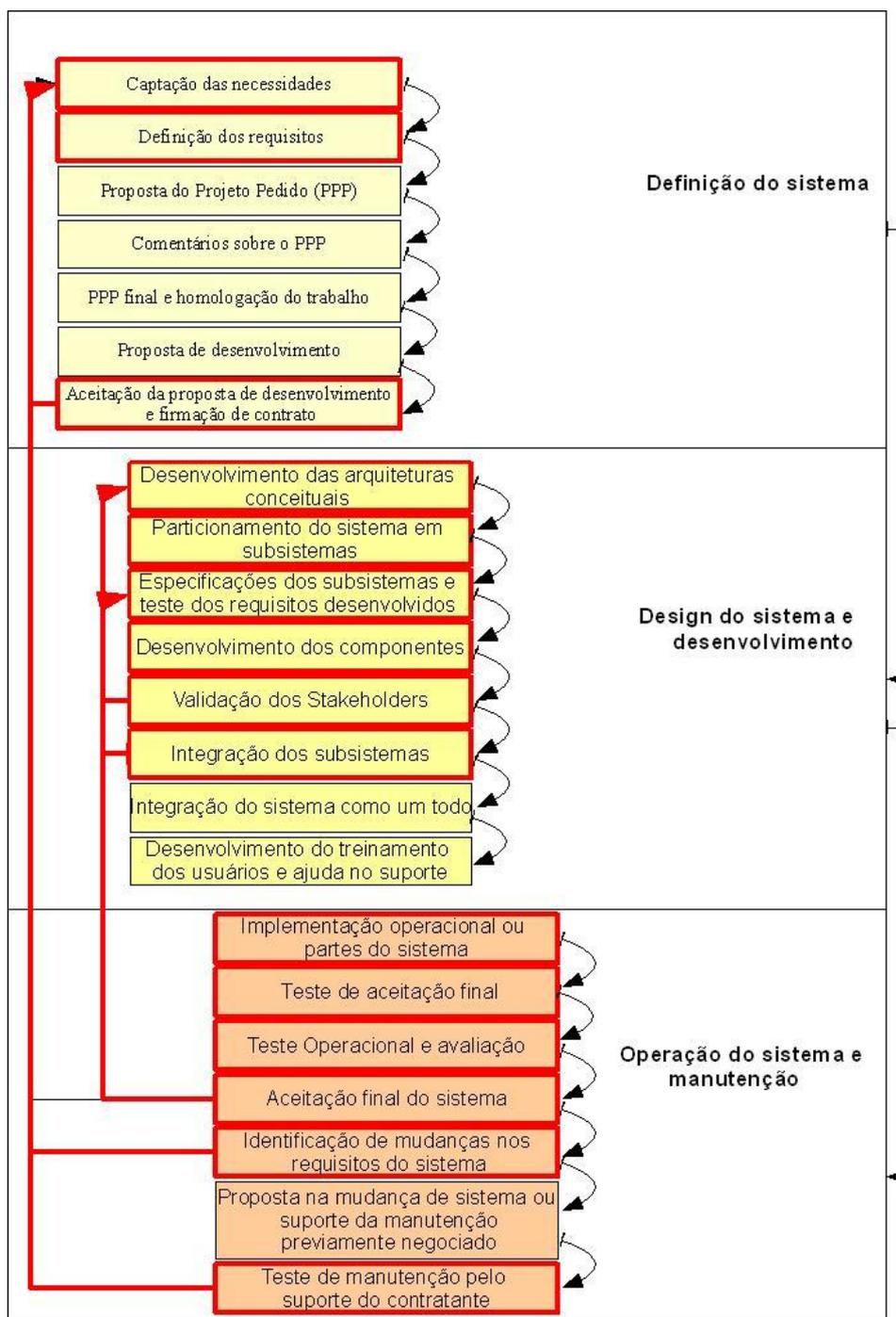


Figura 4.8: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a quarta estrutura

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

A figura 4.8 acima apresenta as fases cruciais para o desenvolvimento do SAD considerando a quarta estrutura do SAD. Essas fases estão demarcadas em vermelho a fim de facilitar a visualização e o entendimento.

4.2.5 Quinta Estrutura de SAD

A quinta estrutura de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é, juntamente com a quarta estrutura, anteriormente abordada, a estruturas mais completa, numa visão holística. Essa estrutura tem como características o suporte a atividades estruturadas e semiestruturadas, atingindo os níveis de gerenciamento alto e médio. Suporta também todas as fases de uma decisão, abrangendo as identificações de problemas e oportunidades, a análise e escolha das alternativas. A quinta estrutura do SAD ainda suporta o uso direto e interativo do usuário para problemas específicos, mas suporta apenas um único usuário.

A arquitetura do SAD, utilizada pela quinta estrutura, possui um forte gerenciamento de diálogo, de modelos e de banco de dados. O gerenciador de diálogo provê uma efetiva interatividade com o usuário por meio da flexibilidade da interface, da interatividade com outros componentes do SAD, tais como o gerenciador de modelos e o gerenciador de banco de dados, pela facilidade fornecida pelos subsistemas de gerenciamento de dados, e principalmente pelo suporte a diversos estilos cognitivos. O gerenciador de modelos destaca-se por suportar vários modelos, podendo construí-los, através de blocos, ou integrá-los, utilizando o repositório de modelos. O gerenciador de modelos ainda fornece suporte a todos os níveis de decisão, tais como as decisões operacional, tática e estratégica, e pode interagir diretamente com os dados do banco de dados. O gerenciador de banco de dados provê eficiência na interação direta e nas facilidades de consultas com o banco de dados, através da utilização, mesmo que moderada, de funções do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), fornecendo também o dicionário dos dados armazenados.

Os perfis dos usuários da quinta estrutura do SAD possuem bom nível de conhecimentos computacionais e alto grau de escolaridade, ocupando os níveis médios e altos do gerenciamento organizacional. Os usuários deste tipo de estrutura utilizam o SAD frequentemente e acham excelente o desempenho desse sistema. Geralmente os usuários responsáveis pelo SAD se envolvem em todas as fases do desenvolvimento do sistema, tais como as fases de *design*, implementação e construção, em especial a fase de *design*. As

informações da demografia dos usuários do SAD aqui explicitadas são resultados da pesquisa realizada por Pearson e Shim (1995).

A agregação do modelo adaptado para o SAD do ciclo de vida dos *softwares* proposto por Sage (1991), com os fatores ambientais que influenciam diretamente o desenvolvimento do SAD identificados por Pearson e Shim (1995), e as características dos perfis de usuários levam recomendações aos analistas responsáveis pelo desenvolvimento do SAD. Tais recomendações são direcionadas às fases mais críticas no desenvolvimento do sistema, considerando a quinta estrutura do SAD.

A quinta estrutura do SAD possui uma diferença relevante diante de todas as outras estruturas do SAD, que é o seu suporte a um único usuário. Essa diferença facilita para o analista todas as fases da etapa de definição do sistema, quando comparado com as outras estruturas. Entretanto, a captação das necessidades do usuário, a definição dos requisitos e sua posterior aceitação pelo usuário ainda continuam sendo críticas, principalmente pelo fato da quinta estrutura priorizar todos os componentes arquiteturais do SAD. Porém, a execução dessas fases com apenas um usuário facilita bastante a definição e aceitação dos requisitos.

As fases cruciais na etapa de *design* e desenvolvimento do sistema serão o desenvolvimento das arquiteturas conceituais, uma vez que os componentes deverão se comunicar perfeitamente, as especificações dos subsistemas e o teste dos requisitos desenvolvidos, o desenvolvimento dos componentes e a validação dos *Stakeholders*. As especificações e desenvolvimento de componentes são cruciais, pelo motivo dessas fases preencherem todas as características dos modelos para as atividades semiestruturadas e estruturadas. Outras fases importantes são a de integração dos subsistemas e a de integração do sistema como um todo, por se tratar de uma estrutura que deverá prover eficiência e eficácia a todos os níveis da arquitetura do SAD.

A etapa de operação e manutenção do sistema tem como fases priorizadas para empreendimento de esforço do analista as fases de teste de aceitação final, de teste operacional e avaliação, de aceitação final do sistema, identificação de mudanças nos requisitos e teste de manutenção pelo suporte do contratante. Nessa etapa, o analista deve avaliar os testes do sistema com o usuário, a fim de obter possíveis mudanças nos requisitos iniciais ou uma evolução do sistema desenvolvido. A fase que se refere à implementação operacional do sistema não é tão crucial, porque a quinta estrutura do SAD desenvolve

sistema visando apenas um único usuário, assim existe a facilidade na implementação operacional.

A figura 4.9 apresenta as fases e iterações relevantes à quinta estrutura do SAD, portanto, sendo fases cruciais. Essas fases estão demarcadas em vermelho a fim de facilitar a visualização e o entendimento.

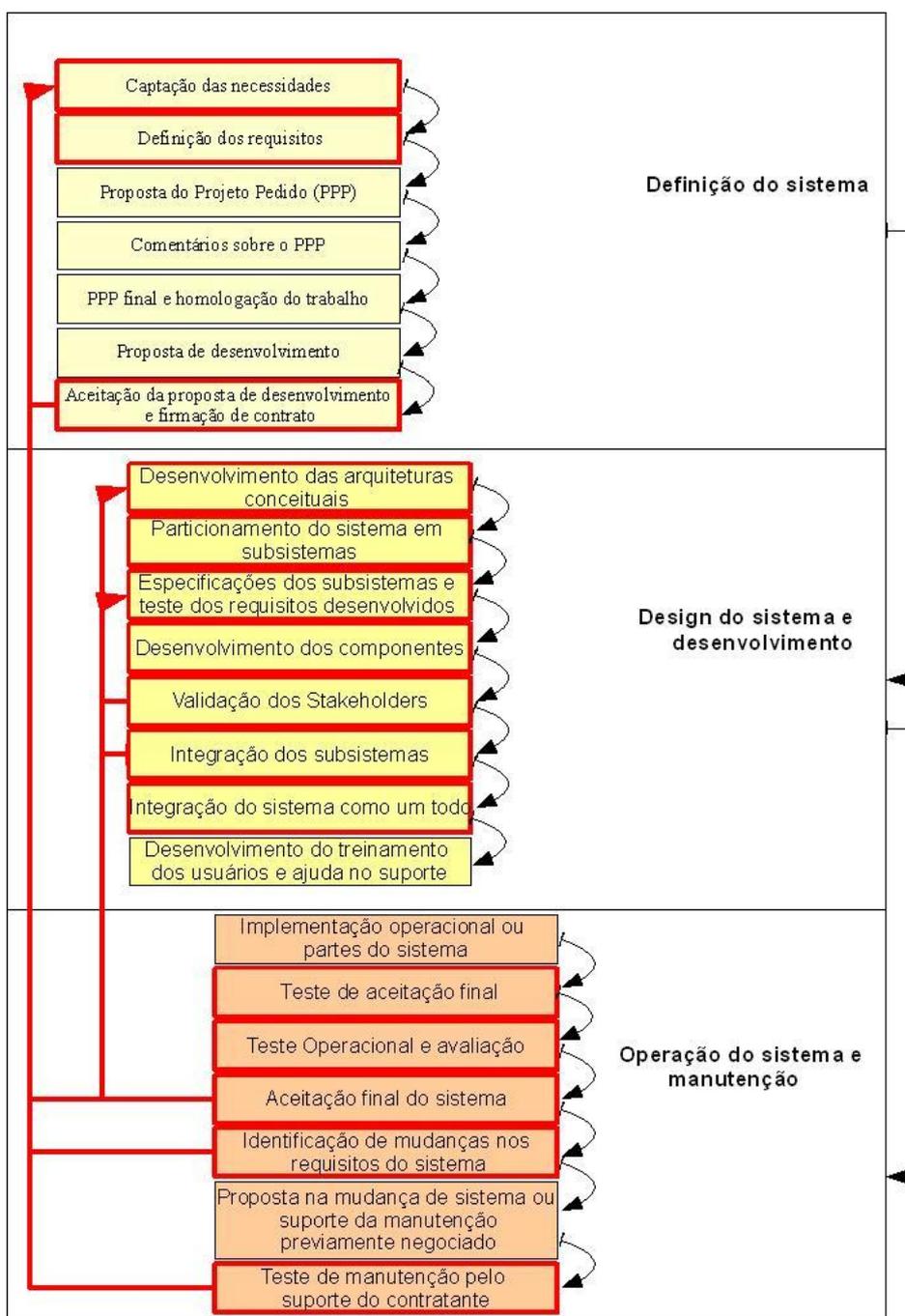


Figura 4.9: Adaptação das 22 fases do ciclo de vida da engenharia de sistemas para SAD utilizando a quinta estrutura

Fonte: Adaptado de Sage (1991)

4.3 Melhorias esperadas pela utilização das estruturas de SAD propostas

A utilização das cinco estruturas de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), que consideram os fatores ambientais e características dos usuários, tentam prover auxílio no desenvolvimento do SAD em todo seu ciclo de vida. Esses modelos focam as principais fases do ciclo de desenvolvimento de *software* proposto por Sage (1991), entretanto, foram feitas alterações para adaptá-lo para o desenvolvimento do SAD. Alterações que resultaram na proposição do modelo adaptado para o ciclo de desenvolvimento do SAD.

Esse modelo adaptado foi resultado da agregação dos principais conceitos sobre o SAD, com o modelo do ciclo de vida dos *softwares* proposto por Sage (1991), transformou o modelo de ciclo de vida, baseado no modelo em cascata, feito para desenvolvimento de *softwares* de modo geral, neste modelo adaptado para o desenvolvimento do SAD. Esse modelo adaptado, foca principalmente as iterações entre fases do ciclo de vida do SAD, sendo essas nem sempre sequenciais, podendo resultar em *loops* para fases anteriores. No entanto, esses *loops* não são encontrados no modelo inicialmente proposto por Sage (1991), sendo necessário o incremento deles para que esse novo modelo fosse adequado para o ciclo de vida do SAD.

Ainda sobre o modelo adaptado, foram incluídas e excluídas algumas fases do modelo original, para que fosse possível reger o ciclo de vida do SAD. Porém, a maioria das 22 fases descritas pelo modelo original foi mantida, devido ao seu alto grau de descrição do ciclo de vida no desenvolvimento de sistemas. No entanto, a maior mudança está relacionada com as iterações entre as diversas fases no ciclo de vida do SAD.

A junção do modelo adaptado para o ciclo de vida do desenvolvimento do SAD, com cada uma das cinco estruturas do SAD, baseadas nos fatores ambientais e nos perfis dos usuários proposto por Pearson e Shim (1995), fornece boas práticas para os analistas no que tange à condução do desenvolvimento do SAD. Assinalando as principais fases críticas, bem como as principais iterações entre elas, dentre as 22 fases existentes no modelo adaptado. Com isso, os analistas poderão focar principalmente nas fases que serão requisitados maiores esforços, conforme cada uma das cinco estruturas do SAD.

Assim, os analistas estarão dando enfoque às características e nos perfis do grupo de usuários ou individualmente em um único usuário, e priorizando as fases no ciclo de desenvolvimento do SAD, segundo as premissas de cada estrutura que os engloba. Desse

modo, tenta-se diminuir o tempo de desenvolvimento do SAD, assim como prover maior eficácia e eficiência de todo o processo de desenvolvimento.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

O desenvolvimento de Sistema de Apoio à Decisão (SAD) é uma tarefa complexa, que engloba diversas características além do ciclo natural de desenvolvimento de *software*. Especificidades dos perfis de cada usuário ou do grupo de usuários, agregando os aspectos cognitivos de cada um deles, faz dos SADs sistemas de difícil análise, desenvolvimento e implantação. As dificuldades propostas pela análise de um SAD, as várias iterações que ocorrem durante todo o ciclo de vida e a priorização de determinadas fases críticas no desenvolvimento do sistema, contribuem ainda mais para a difícil tarefa de se desenvolver o SAD.

A diferenciação de grupos de perfis de usuários proposta por Pearson e Shim (1995), que agrupa os perfis de usuários em cinco grupos distintos, facilita bastante a identificação de qual estrutura se enquadra melhor para cada tipo de usuário. As cinco estruturas elicitadas agregam fatores ambientais, que são identificados de acordo com o ambiente em que se encontram os usuários que utilizarão o SAD.

Com a finalidade de facilitar o processo de desenvolvimento do SAD foram correlacionadas as estruturas do SAD, com suas respectivas agregações de fatores ambientais e perfis de usuários, com o ciclo de vida proposto por Sage (1991), mas com uma série de adaptações para desenvolvimento do SAD. Essa agregação dos fatores ambientais com o ciclo de desenvolvimento de sistemas resultou em várias recomendações, no decorrer das fases de desenvolvimento do SAD.

O trabalho realizado teve como objetivo principal a proposição de recomendações, pertinentes aos analistas de sistemas, nas fases críticas no ciclo de vida do SAD. Essas recomendações buscaram a identificação de fases no ciclo de vida do SAD, que poderiam comprometer o desenvolvimento do mesmo, propondo pontos chave para a rápida identificação, de acordo com cada uma das cinco estruturas do SAD.

As dificuldades impostas pela ausência de literatura mais recentes, principalmente no que se refere aos fatores ambientais, dificultaram a adequação dos modelos proposto para a atual realidade dos SADs. Essas dificuldades tornaram o trabalho ainda mais desafiador, o qual ao seu final trouxe bons resultados, que se espera uma contribuição significativa para o meio acadêmico, assim como para a sociedade.

Os resultados da pesquisa foram advindos da revisão bibliográfica, que deram subsídios para a posterior proposição de recomendações para o desenvolvimento do SAD. As contribuições deste trabalho foram, principalmente, a identificação da estrutura do SAD levando em consideração os fatores ambientais e os perfis dos usuários, o desenvolvimento de um modelo adaptado para o SAD e recomendações das fases críticas para cada estrutura do SAD.

A identificação da estrutura do SAD, levando em consideração os fatores ambientais que o circundam e os perfis dos usuários, que se encontram na seção 3.2, disserta sobre quais fatores ambientais organizacionais estão intrínsecos na construção de um SAD. Assim como a identificação e estruturação dos SADs em cinco estruturas, que agregam os fatores ambientais e os perfis dos usuários. Essas estruturas apresentam também uma série de características arquiteturais do SAD, o que diferencia ainda mais as estruturas do SAD.

A adaptação de um modelo de ciclo de vida de desenvolvimento do sistema para as necessidades iterativas do ciclo de vida de desenvolvimento do SAD, que se encontra na seção 4.1 de estrutura para avaliação dos modelos, apresentando o modelo adaptado do ciclo de vida da engenharia de sistemas, proposto por Sage (1995). O modelo adaptado caracteriza-se pela inserção das principais características dos modelos de desenvolvimento do SAD, que é a iteração entre fases do ciclo de vida do desenvolvimento desses sistemas. Ainda neste modelo, foram criadas e modificadas as fases necessárias para a incorporação do ciclo de vida de um SAD, visto que o modelo original, proposto por Sage (1995), é baseado na metodologia em cascata, que não permite iterações entre as fases do ciclo de vida do sistema.

As recomendações, pertinentes para os analistas, das fases críticas para cada estrutura do SAD, utilizando o modelo adaptado do ciclo de vida de desenvolvimento do SAD, que se encontra na seção 4.2, nas recomendações para a estrutura do SAD. São apresentadas durante essa seção, as recomendações pertinentes para cada uma das cinco estruturas do SAD identificadas. Para cada estrutura são identificadas as fases críticas, as quais o analista deverá ater maior atenção. Além das fases críticas, também são identificadas as iterações críticas advindas da não execução ou necessidades de alterações das fases críticas. Em todos os modelos, tanto as fases quanto as iterações críticas são sinalizadas na cor vermelho, facilitando assim a rápida identificação das mesmas.

Espera-se como continuidade desta pesquisa a proposição de uma nova metodologia de desenvolvimento do SAD, que utilize fatores ambientais e estilos cognitivos dos usuários na atualidade. Espera-se também a contribuição científica resultante da pesquisa sobre os fatores

ambientais, que circundam o ambiente do SAD, e os estilos cognitivos dos usuários, na identificação de novas estruturas do SAD. Estruturas essas que poderão ser utilizadas por diversos trabalhos de cunho científico ou na utilização por empresas desenvolvedoras do SAD.

5.2 Limitações

Os fatores ambientais e cognitivos utilizados no trabalho talvez não descrevam fielmente a realidade atual, contudo, os principais fatores ambientais, aqueles que são a estrutura fundamental do SAD, são apresentados e discutidos por Pearson e Shim (1995).

5.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

Como continuidade para este trabalho sugere-se:

- Realizar uma pesquisa de campo que proponha novos fatores ambientais e cognitivos dos usuários, que impactam diretamente nos Sistemas de Apoio à Decisão (SAD).
- Identificação e proposição de novas estruturas ou adaptações das estruturas identificadas inicialmente por Pearson e Shim (1995), para o contexto atual.
- O desenvolvimento de uma ferramenta sistematizada que facilite a identificação do tipo de estrutura do SAD, que deverá ser implementada no seu ciclo de vida.
- A formulação de uma nova metodologia de desenvolvimento do SAD, agregando diversas metodologias anteriormente propostas, utilizando-a em algum projeto de desenvolvimento do SAD e apresentar as suas possíveis melhorias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELMOEZ, W.; NASSAR, D.M.; SHRESHEVSKU, M.; GRADETSKY, N.; GUNNALAN, R.; AMMAR, H.H. Error propagation in software architectures. *10th IEEE international software metrics symposium (METRICS 2004)*, Chicago, USA, 2004.
- ADAM, F.; FAHY, M.; MURPHY, C. A framework for the classification of DSS usage across organizations. *Decision Support Systems*, 1-13, 1998.
- ALMEIDA, A.T. & RAMOS, F.S. *Gestão da Informação na Competitividade das Organizações*. 2ª Ed. Recife, Editora Universitária da UFPE, 2002.
- ARIAV, G. & GINZBERG, M.J. DSS Design: A systemic view of Decision Support. *Communications of the ACM*, 28: 1045-1052, 1985.
- ARNOTT, D.R. A Framework for Understanding Decision Support Systems Evolution. *Paper presented at the ACIS Conference*, 1998.
- BAUER, F.L. *Software Engineering*. Amsterdam, North Holland Publishing, 1972.
- BOHANEK, M. What is Decision Support. *In Proceedings of the 4th International Multiconference Information Society*, A: 86-89, 2001.
- BRANDAS, C. Unified Approach in the DSS Development Process. *Informatica Economica*, 41: 98-102, 2007.
- CHAN, S.H. The roles of user motivation to perform a task and decision support system (DSS) effectiveness and efficiency in DSS use. *Computers in Human Behavior*, 25: 217-228, 2008.
- CHENG, H. *Software engineering technology for the 21st century*. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 6: 152-158, 2001.
- CHEN, J.Q. & LEE, S.M. An exploratory cognitive DSS for strategic decision making. *Decision Support Systems*, 36: 147-160, 2003.
- CHUANG, T. & YADAV, S.B. The development of an adaptive decision support system. *Decision Support Systems*, 1998.
- CLERICUZI, A.Z. *Desenvolvimento Adaptativo para Sistemas de Apoio a Decisão Específico*. Recife, 2006. 161p. (Doutorado - Universidade Federal de Pernambuco / UFPE).
- CLERICUZI, A.Z.; ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S. Aspectos relevantes dos SAD nas organizações: um estudo exploratório. *Produção*, 16: 08-23, 2006.
- COLL, R.; COLL, J.H.; REIN, D. The effect of computerized decision aids on decision time and decision quality. *Information and Management*, 75-81, 1991.
- DAVIS, G.B & OLSON, M.H. *Management information systems: conceptual foundations, structure, and development*. McGraw-Hill, New York, 1984.

-
- DILLON, S. Descriptive decision making: Comparing theory with practice. *Review Literature and Arts of the Americas*, 1998.
- FINLAY, P.N. Introducing decision support systems. *Blackwell Publishers*, Oxford, 1994.
- GACHET, A. & SPRAGUE, R. A Context-Based Approach to the Development of Decision Support Systems. *Proceedings of the Workshop on Context Modeling and Decision Support-Paris*, 2005.
- GORRY, A. & MORTON, S.M. A framework for Management. *Information Systems*, 13: 55–70, 1971.
- HALL, D.J. & DAVIS, R.A. Engaging multiple perspectives: A value-based decision-making model. *Decision Support Systems*, 43: 1588-1604, 2007.
- HAMMOND, J.S.; KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. *Decisões Inteligentes*. São Paulo, Ed. Campus, 2004.
- HIGHSMITH, J.A. Agile project management: create innovative products. *Pearson Education*, 2004.
- JENSEN, R.W. & TONIES, C.C. *Software Engineering*. Prentice-Hall. 1979.
- KEEN, P.G.W.; Decision Support System: a Research Perspective. *Center for Information Systems Research*, 1980.
- LU, H.; YU, H. & LU, S.S.K. The effects of cognitive style and model type on DSS acceptance: An empirical study. *European Journal of Operational Research*, 649-663, 2001.
- MARAKAS, G.M. Decision support systems in the 21st century. *Prentice Hall*. 2003.
- MOREAU, E.M.F. The impact of intelligent decision support systems on intellectual task success: An empirical investigation. *Decision Support Systems*, 593-607, 2006.
- PEARSON, M.J. & SHIM, J.P. An empirical investigation into DSS structures and environments. *Decision Support Systems*, 141-158, 1995.
- PEREIRA, B.A.D.; LOBLER, M.L.; SIMONETTO, E.O. Análise dos Modelos de Tomada de Decisão sob o Enfoque Cognitivo. *Revista. Administração*. UFSM, Santa Maria, 3: 260-268, 2010.
- PRESSMAN, R.S. *Engenharia de Software*. SP, Brasil. Makron Books. 1995.
- SAGE, A.P. *Systems Engineering*. Jonh Wiley & Sons, USA, 1992.
- SAXENA, K.B.C. Decision support engineering: a DSS development methodology. *System Sciences*, 3: 8-11, 1991.
- SHIM, J.P.; WARKENTIN, M.; COURTNEY J. F.; POWER D. J.; SHARDA R.; CARLSSON C. Past, present, and future of decision support technology. *A Mississippi State University*, Mississippi State, USA, 2002.

-
- SIMON, H. *Administrative Behavior*. McMillan, New York, 4^aed, 1997.
- SIMON, H. Cognitive science: The Newest Science of the Artificial. *Cognitive science*, 1980.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 8^a ed. Brasil, Pearson Addison, 2007.
- SONG, J.; JONES, D.; GUDIGANTALA, N. The effects of incorporating compensatory choice strategies in Web-based consumer decision support systems. *Decision Support Systems*, 359-374, 2007.
- SPRAGUE, R.H. JR. A Framework for the Development Decision Support Systems. *MIS Quarterly*, 1-26, 1980.
- SPRAGUE, R.H. & WATSON, H.J. *Sistema de Apoio à Decisão: colocando a teoria em prática*. Rio de Janeiro. Editora Campus. 1991.
- TOWNSENDS, S. Over the waterfall. *Oxford Journals*, 9, 2007.
- TURBAN, E.; ARONSON, J.E.; LIAN, T.P.; SHARDA, R. *Decision Support and Business Intelligence Systems*. 8^a ed. NJ, USA. Pearson Education. 2007.
- WANG, Y. *Software Engineering Foundations: a Software Science Perspective*. NW, USA. Taylor & Francis Group. 2008.
- WANG, Y. & GAFUROV, D. The Cognitive Process of Comprehension. Empirical Software Engineering, *Cognitive Informatics*, 1-5, 2003.
- WANG, Y.; LIU, D.; RUHE, G. Formal description of the Cognitive Process of Decision Making. *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, 124-130, 2004.
- WELLINGTON, C.A., Managing a project course using Extreme Programming. *Frontiers in Education*, 19-22, 2005.
- YAZICI, H.; MUTHUSWAMY, K.; VILA, J. An expert system approach for interface management in decision support systems. *System Sciences*, 3: 7-10, 1992.