

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

**MODELO MULTICRITÉRIO NA GESTÃO DE
PROCESSOS DE NEGÓCIO BASEADO NO MÉTODO
ELECTRE TRI**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

ANA CAROLINA SCANAVACHI MOREIRA CAMPOS

Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida, PhD

RECIFE, FEVEREIRO / 2010

C198m Campos, Ana Carolina Scanavachi Moreira

Modelo multicritério na gestão de processos de negócio baseado no método ELECTRE TRI / Ana Carolina Scanavachi Moreira Campos. – Recife: O Autor, 2010.
x, 58 f.; il., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2010.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia de Produção. 2. Gestão de Processo de Negócio. 3. Métodos de Modelagem de Processo de Negócio. 4. Decisão Multicritério. I. Título.

UFPE

658.5 CDD (22.ed.)

BCTG/2010-063



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

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

ANA CAROLINA SCANAVACHI MOREIRA CAMPOS

**“MODELO MULTICRITÉRIO NA GESTÃO DE PROCESSOS DE
NEGÓCIO BASEADO NO MÉTODO ELECTRE TRI.”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera a candidata ANA CAROLINA SCANAVACHI MOREIRA CAMPOS **APROVADA.**

Recife, 23 de fevereiro de 2010.

Prof. ADEMIR TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

Profa. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, Doutor (UFPE)

Prof. DÉCIO FONSECA, Docteur (UFPE)

AGRADECIMENTOS

À Deus e ao meu Anjo da Guarda que sempre estiveram comigo nos momentos difíceis e de decisão me guiando.

Aos meus pais, Jefferson e Ana, e aos meus irmãos, Filipe e Gustavo, pelo incentivo.

Ao meu marido, Gean, pela compreensão e apoio nos momentos em que precisei.

Ao meu orientador, Adiel Teixeira de Almeida, por acreditar no meu potencial e pela orientação e atenção prestada a mim para a elaboração desta dissertação e para conclusão deste mestrado.

Aos amigos e professores que torcem por mim e me incentivaram a obter mais esta conquista.

Ao Cnpq que me concedeu uma bolsa de estudos permitindo assim que eu pudesse me empenhar em tempo integral no mestrado.

RESUMO

Para manter a margem competitiva do negócio em ambientes de constante mudança, as organizações devem manter-se modificando ou reconfigurando os seus processos para atender as novas exigências do mercado. Desta forma, o *Redesign* do Processo de Negócio (BPR), gerenciamento que existia nos anos 90, relacionava-se com o repensar e com o *redesign* de um sistema empresarial inteiro a de fim de conseguir melhorias significativas de desempenho. Entretanto nos últimos anos a Gestão de Processo de Negócio (BPM) passou a ganhar mais atenção, pois não visa unicamente mudanças nos processos de negócio como o BPR, mas a sua evolução contínua. Sendo assim, o BPM suporta o processo de negócio usando métodos, técnicas e software para projetar, estabelecer, controlar, analisar e melhorar os processos operacionais de forma rápida e contínua. Para a modelagem dos processos de negócio existe uma grande quantidade de metodologias e técnicas. Neste contexto, este trabalho, com base na literatura, descreve os principais métodos de modelagem de processo e propõe uma estrutura para a classificação dos mesmos. Igualmente um modelo de agregação multicritério para priorização de processos baseado na interação entre os objetivos empresariais é desenvolvido e uma aplicação do modelo é realizada.

Palavras-chave: Gestão de Processo de Negócio, Métodos de Modelagem de Processo de Negócio, Decisão Multicritério.

ABSTRACT

To maintain a business competitive edge in environments of constant change, organizations must keep modifying or reconfiguring their processes in order to attend to the new requirements of the market. In such a way, Business Process Redesign (BPR), management that existed in years 90, became related with rethink and redesign of an entire enterprise system of end to obtain significant improvements of performance. However in recent years Business Process Management (BPM) has started to gain more attention, therefore it does not aim at only changes in the business processes as the BPR, but its continuous evolution. BPM supports business process using methods, techniques and software to design, establish, control, analyze and improve operational processes quickly and continuously. For business process modeling there are many methodologies and techniques. In this context, this study, based on the literature, describes the main methods of process modeling and considers a structure for the classification of the same ones. Equally a multicriteria aggregation model to prioritize processes based in the interaction between enterprises objectives is developed and an application of the model is carried out.

Keywords: Business Process Management, Business Process Modeling Techniques, Multicriteria Decision Aid.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Relevância e Contribuição do Estudo	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos Gerais	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Estrutura do Trabalho	2
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Fundamentação Teórica	4
2.1.1 Decisão Multicritério	4
2.1.1.1 Elementos Básicos de Decisão Multicritério	4
2.1.2 Método ELECTRE TRI	6
2.1.3 <i>Redesign</i> do Processo de Negócio (BPR)	11
2.1.4 Gestão de Processo de Negócio (BPM)	14
2.2 Revisão Bibliográfica sobre Processos de Negócio	15
2.2.1 Definição e Importância do BPM	15

2.2.2	Aplicação do BPM nas Organizações	16
2.2.3	BPM e a Satisfação do Cliente em Empresas de Prestação de Serviços	17
2.2.4	Modelagem e Análise dos Processos	17
2.2.5	Sistema de Gestão de Processo de Negócio (BPMS).....	19
2.2.6	BPM Colaborativos.....	20
2.2.7	Modelos de Decisão em BPM e BPR	21
2.3	Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho	23
3	MODELO PROPOSTO NA GESTÃO DE PROCESSOS	26
3.1	Descrição do Modelo para Priorização de Processos.....	26
3.2	Aplicação do Modelo para Priorização de Processos	27
3.3	Modelo para Classificação de Métodos.....	30
3.3.1	Métodos para Modelagem de Processos	30
3.3.1.1	Técnica do Fluxograma (Flow Chart Technique).....	30
3.3.1.2	Diagrama do Fluxo de Dados (<i>Data Flow Diagrams</i>) - Técnica de Yourdon.....	32
3.3.1.3	Diagrama de Papéis e Atividades (<i>Role Activity Diagrams</i>)	33
3.3.1.4	Diagrama de Interação dos Papéis (<i>Role Interaction Diagrams</i>)	36
3.3.1.5	Gráfico de Gantt	37
3.3.1.6	IDEF	37
3.3.1.7	Rede de Petri Colorida (<i>Coloured Petri-net</i>).....	41
3.3.1.8	Método Orientado ao Objeto (<i>Object Oriented Methods</i>).....	42
3.3.1.9	Técnica do Fluxo de Trabalho (<i>Workflow Technique</i>)	43
3.3.2	Avaliação de Métodos para Modelagem de Processos	44
3.3.3	Classificação Geral dos Métodos de Modelagem de Processos com base no método ELECTRE TRI.....	45
4	CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS.....	52
4.1	Conclusões	52
4.2	Futuros Trabalhos	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Categorias e Índices de Referências.....	7
Figura 2.2 – Categorias e Índices de Referências por Critério	8
Figura 2.3 – Estrutura de Preferência com Pseudocritérios	8
Figura 3.1 – Exemplo da Técnica do Fluxograma	31
Figura 3.2 – Exemplo do Diagrama de Fluxo de Dados	32
Figura 3.3 – Exemplo do “Diagramas de Ação”	33
Figura 3.4 – Exemplo do RAD	34
Figura 3.5 – Exemplo do Retorno ao Estado Precedente.....	34
Figura 3.6 – Exemplo do Diagrama de Interação dos Papéis	36
Figura 3.7 – Exemplo do IDEF0	38
Figura 3.8 – Exemplo IDEF3 Diagrama de Descrição do Fluxo do Processo.....	40
Figura 3.9 – IDEF3 Diagrama da Transição do Estado de Objeto.....	40
Figura 3.10 – Exemplo da Rede de Petri Colorida.....	41
Figura 3.11 – Exemplo da Técnica do Fluxo de Trabalho.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Dados Correspondentes a Matriz rij Relativos a Matriz (1).....	28
Tabela 3.2 – Perfis.....	29
Tabela 3.3 – Limiares de Preferência e Indiferença p e q.....	29
Tabela 3.4 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI.....	29
Tabela 3.5 – Escala Verbal.....	46
Tabela 3.6 – Informações sobre os Métodos para Modelagem de Processos	46
Tabela 3.7 – Avaliação dos Métodos para Modelagem de Processos.....	47
Tabela 3.8 – Perfis para Classificação dos Métodos.....	48
Tabela 3.9 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI na Classificação dos Métodos	49
Tabela 3.10 – Novos Pesos	50
Tabela 3.11 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI utilizando os novos pesos	50

LISTA DE ABREVIATURAS

- AHP - *Analytic Hierarchy Process*
- BPE - Engenharia de Processo do Negócio
- BPM - *Business Process Management*
- BPMS - Sistema de Gestão de Processo de Negócio
- BPR - *Business Process Redesign*
- BPS - Simulação de Processo do Negócio
- CPN - *Coloured Petri-net*
- DFD - *Data Flow Diagrams*
- ELECTRE - *Elimination et Choix Traduisant la Réalité*
- IDEF - *Integrated Definition for Function Modelling*
- MAUT - Teoria da Utilidade Multiatributo
- NSGA2 - *Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II*
- OMT - Objeto de Rumbaugh que modela a técnica
- OO - *Object Oriented Methods*
- OOD - Técnica do Projeto Orientado ao Objeto de Booch
- OSTD - Descrição da Transição do Estado de Objeto
- PFD - Descrição do Fluxo do Processo
- RAD - *Role Activity Diagrams*
- RID - *Role Interaction Diagrams*
- SADT - Análise Estruturada e Técnica de Desenho
- SPEA2 - *Strength Pareto Evolutionary Algorithm II*
- TI - Tecnologia da Informação
- UML - Linguagem de Modelagem Unificada
- WFM - *Workflow Management*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as organizações vêm enfrentando desafios relacionados à globalização, à competitividade e às rápidas mudanças dos ambientes, com os processos de negócio mostrando-se cada vez mais complexos por causa das interações entre os seus componentes internos e interações com o ambiente externo.

Em consequência disso, as organizações estão prestando mais atenção ao apoio da Gestão de Processo de Negócio para adaptar-se aos novos e complexos ambientes e para alcançar os seus objetivos de desempenho.

A Gestão de Processo de Negócio (BPM) pode ser definida como uma abordagem, apoiada por ferramentas e softwares, para melhorar de forma rápida e contínua os processos de negócio.

A modelagem do processo de negócio é uma ferramenta usada para identificar e especificar os processos, ou seja, é uma ferramenta útil para formalizar o conhecimento sobre os processos de negócio. Ela é essencial para a análise, avaliação e melhoria dos processos de negócio.

Atualmente existe uma grande quantidade de metodologias e técnicas para modelagem que capturam diferentes aspectos de um processo de negócio. Sendo assim um método de modelagem de processo de negócio pode limitar as maneiras que os processos podem ser descritos e analisados e conseqüentemente a escolha de um método de modelagem de processo de negócio pode impactar diretamente no resultado do BPM. Desta forma, escolher a técnica correta tornou-se uma tarefa complexa não somente por causa da quantidade de métodos disponíveis, mas também devido à falta de um guia que explique e descreva os conceitos envolvidos.

Há, portanto uma necessidade de auxiliar às organizações em filtrar os dados disponíveis sobre modelagem do processo de negócio de modo a ajudá-las na escolha de um método e também de auxiliá-las na priorização dos processos, pois num primeiro momento, por falta de tempo e recurso, nem todos os processos poderão ser modelados e, por conseguinte ser melhorados. É necessário priorizar aqueles que mais contribuem para o alcance dos objetivos organizacionais.

1.1 Relevância e Contribuição do Estudo

A relevância deste trabalho reside no fato de sugerir um modelo de agregação multicritério para priorização de processos que permita às organizações aplicá-lo e assim auxiliá-las a escolher, em função da importância do processo, o(s) processo(s) que deve(m) ser modelado(s).

Outra contribuição do estudo é propor uma estrutura para classificação dos métodos de modelagem de processos de negócios, agrupando os métodos com características semelhantes em classes, sendo um guia para as organizações e servindo para uma pré-análise que subsidiaria uma escolha posterior. Além de fornecer uma revisão das técnicas de modelagem de processo de negócio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Examinar a abordagem multicritério como ferramenta para priorização de processos e para classificação dos métodos de modelagem de processos de negócios.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um modelo de agregação multicritério para priorização de processos baseado na interação entre os objetivos empresariais;
- Aplicar o método ELECTRE TRI para a classificação dos processos baseado nos dados de um estudo feito anteriormente para priorização de sistemas de informação;
- Aplicar o método ELECTRE TRI para classificação dos métodos de modelagem de processos de negócios com base nos estudos de Aguilar-Savén (2004).

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 4 capítulos a seguir:

O Capítulo 1, a Introdução, apresenta as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo.

O Capítulo 2, a Fundamentação Teórica e Revisão Bibliográfica, apresenta os conceitos que subsidiarão o estudo desenvolvido. Primeiramente serão abordados os conceitos relativos à Decisão Multicritério, ao Método ELECTRE TRI, ao *Redesign* do Processo de Negócio

(BPR) e à Gestão de Processo de Negócio (BPM). E em seguida é feita uma revisão bibliográfica sobre BPM, onde para melhor compreensão dos artigos e da sua extensão, eles foram classificados conforme o assunto que abordam, sendo: Definição e Importância do BPM, Aplicação do BPM nas Organizações, BPM e a Satisfação do Cliente em Empresas de Prestação de Serviços, Modelagem e Análise dos Processos, Sistema de Gestão de Processo de Negócio (BPMS), BPM Colaborativos e Modelos de Decisão em BPM e BPR.

No Capítulo 3, o Modelo Proposto na Gestão de Processos, será apresentado a descrição do modelo para classificação de processos e será realizada uma aplicação do modelo. Também faz uma revisão dos principais métodos de modelagem de processos e com base no método ELECTRE TRI efetua uma classificação geral dos métodos.

No Capítulo 4, Conclusões e Trabalhos Futuros, serão feitas as considerações finais e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fundamentação Teórica

A base conceitual utilizada para o trabalho é apresentada a seguir e consiste na apresentação dos conceitos sobre Decisão Multicritério, Método ELECTRE TRI, *Redesign* do Processo de Negócio (BPR) e Gestão de Processos de Negócio (BPM).

2.1.1 Decisão Multicritério

A tomada de decisão em um ambiente complexo envolve normalmente múltiplos critérios, dados imprecisos e/ou incompletos, múltiplos agentes de decisão e para se chegar a melhor decisão é preciso avaliar os principais aspectos envolvidos no problema. Então, para servir de apoio ao processo de análise para a tomada de decisão surgiu o Apoio à Decisão Multicritério (Almeida *et al*, 2002).

O Apoio a Decisão Multicritério visa estabelecer um relação de preferências entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão (Almeida & Costa, 2003). Estes múltiplos critérios representam os múltiplos objetivos que o decisor pretende alcançar (Almeida *et al*, 2002).

2.1.1.1 Elementos Básicos de Decisão Multicritério

O Apoio a Decisão Multicritério consiste em um conjunto de modelos para auxiliar as pessoas a tomarem decisões e é utilizado na análise de problemas de decisão onde existem critérios conflitantes (Almeida *et al*, 2002).

Antes de falar a respeito dos modelos serão definidos os componentes básicos de um problema de decisão multicritério, que são:

- Decisores – são os indivíduos que avaliam as possibilidades e os objetivos, é quem expressa preferências impondo-as no processo de decisão, como uma entidade única, chamada de decisor, agente ou tomador de decisão (Roy, 1996).
- Analista – é a pessoa responsável pela atividade de apoio a decisão. A função dele é estruturar o problema, elaborar o modelo matemático e torná-lo explícito para obter os elementos de resposta, esclarecendo o decisor sobre as consequências e talvez

recomendando ações. Deve atuar em constante diálogo e interação com os decisores, em um processo de aprendizagem constante. Embora não seja recomendável, é comum que o analista seja um dos decisores (Roy, 1996).

- Estruturação do problema – fase importante para desenvolver entendimento do problema, das decisões a serem tomadas e dos critérios pelos quais tais decisões serão julgadas e avaliadas (Belton & Stewart, 2002).
- Modelo – é um esquema, uma representação de uma classe de fenômeno que foi extraída do seu ambiente para ajudar na investigação e facilitar a comunicação (Roy, 1996).
- Alternativas – são as ações potenciais no qual o apoio a decisão é baseado durante o estudo (Roy, 1996).
- Critérios – são as ferramentas que permitem a comparação das ações, representam a preferência do decisor de acordo com um determinado ponto de vista (Roy, 1996).

Para o tratamento de problemas com múltiplos critérios existem vários métodos desenvolvidos e eles podem ser classificados em: métodos que agregam critérios em um único critério de síntese, no qual a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) é um exemplo, métodos de sobreclassificação, dentre os quais se destacam os métodos ELECTRE e PROMETHEE e métodos interativos (Almeida & Costa, 2003).

Os métodos que agregam critérios em um único critério de síntese são métodos compensatórios, no qual é possível contrabalancear as desvantagens de um critério com as vantagens de outro. Favorecem as alternativas não balanceadas, aquelas cuja performance é excelente sob algum aspecto, mas ruim em outros (Vincke, 1992).

Os métodos de sobreclassificação são métodos não compensatórios e favorecem ações mais balanceadas, ou seja, aquelas que possuem uma melhor performance média (Vincke, 1992). A relação de sobreclassificação S é uma relação binária tal que aSb , se a ação a é pelo menos tão boa quanto a ação b (Roy, 1996).

Os métodos interativos são compostos por fases, onde após cada fase de cálculo é proposta uma solução eficiente (ou várias) ao decisor, reagindo este, fornecendo a informação

necessária à execução de uma nova fase de cálculo, ou dando o processo por terminado. Como é um método interativo, o diálogo é uma das principais ferramentas de investigação (Clímaco *et al.*, 2003).

Roy (1996) identifica quatro tipos de problemática dependendo do resultado pretendido em determinado problema:

- Problemática de escolha ($P.\alpha$) – tem como objetivo esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto do espaço de ações tão pequeno quanto possível.
- Problemática de Classificação ($P.\beta$) – tem como objetivo a alocação de cada ação a uma classe. As diferentes categorias são definidas a priori a partir de normas aplicáveis ao conjunto de ações.
- Problemática de Ordenação ($P.\gamma$) – tem como objetivo ordenar as ações.
- Problemática de Descrição ($P.\delta$) – tem como objetivo apoiar a decisão através de uma descrição das ações e de suas consequências.

Belton & Stewart (2002) adicionam mais duas problemáticas:

- Problemática de *Design* – procura ou cria novas alternativas de decisão para encontrar as metas e aspirações reveladas através do processo de decisão.
- Problemática do Portfólio – tem como objetivo escolher um subconjunto de alternativas em um grande conjunto de possibilidade, levando em consideração não somente as características individuais das alternativas, mas também maneiras pelas quais elas interagem e de positivas ou negativas sinergias.

A escolha do método depende de diversos fatores, considerados durante a fase de estruturação do problema. Dentre estes fatores têm-se: as características do problema analisado, do contexto considerado, da estrutura de preferência do decisor e da problemática. É necessário avaliar se as hipóteses que fundamentam o método estão coerentes com a realidade do problema analisado (Almeida, 2010). Com base nisto, para o problema considerado neste estudo foi utilizado o método ELECTRE TRI, a seguir descrito.

2.1.2 Método ELECTRE TRI

O método ELECTRE TRI pertence à família ELECTRE (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité*) e é um método de sobreclassificação aplicado em problemas de

classificação, sendo, portanto, um método que aloca as alternativas em categorias pré-definidas (Problemática P.β) (Belton & Stewart, 2002).

Na sua concepção inicial foi designado para alocar as alternativas em uma das três categorias (por isso o nome TRI)– aceitável, inaceitável e indeterminado. Entretanto foi estendido para ser usado em problemas de classificação onde existem mais de três categorias diferentes (Belton & Stewart, 2002).

A relação de sobreclassificação é uma relação binária. Ela permite concluir que a_i sobreclassifica a_j se houver argumentos suficientes para afirmar que a ação a_i é pelo menos tão boa quanto a ação a_j (concordância) e não há nenhuma razão que contrarie esta afirmação (discordância). Dentro do contexto de problemas de classificação a relação de sobreclassificação é usada para estimar o grau de sobreclassificação de uma alternativa a_i sobre um índice da referência Ir_k que distinguem as categorias C_k e C_{k+1} (Zopounidis & Doumpos, 2002).

Desta maneira, o método ELECTRE TRI classifica as alternativas por meio da comparação de cada ação potencial com um índice de referência Ir_k . Este por sua vez é definido para delimitar as diversas categorias. Cada categoria está limitada inferior e superiormente por dois índices de referência e cada um desses índices serve de limite a duas categorias, uma superior e outra inferior (Figura 2.1) (Lourenço & Costa, 2004). Os índices de referência devem ser determinados pelos decisores (Belton & Stewart, 2002).

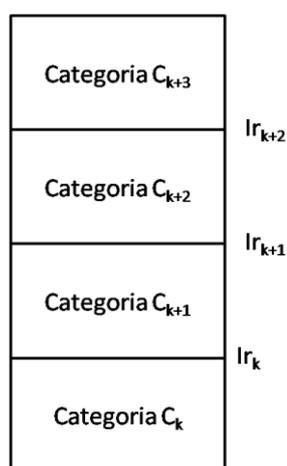


Figura 2.1 – Categorias e Índices de Referências (Adaptada de Merad et al, 2004)

Cada índice de referência Ir_k é definido para cada critério e_1, e_2, \dots, e_m formando um vetor de índices individuais $Ir_k = (Ir_{k1}, Ir_{k2}, \dots, Ir_{km})$ (Figura 2.2). A fim de determinar se uma alternativa a_i sobreclassifica um índice de referência Ir_k , todas as comparações par a par

$(g_{im}(a), I_{r_{km}})$ e $(I_{r_{km}}, g_{im}(a))$ devem ser executadas para todos os critérios e_m . A comparação anterior permite o cálculo do índice de credibilidade $\sigma(a_i, I_{r_k})$ que está relacionado com afirmação de que a alternativa a_i é pelo menos tão boa quanto o índice referência I_{r_k} , enquanto a comparação $\sigma(I_{r_k}, a_i)$ permite avaliar a afirmação de que o índice de referência I_{r_k} é pelo menos tão bom quanto a alternativa a_i (Zopounidis & Doumpos, 2002).

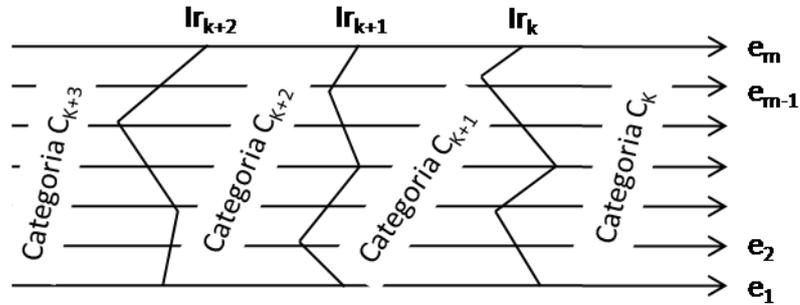


Figura 2.2 – Categorias e Índices de Referências por Critério (Adaptada de Merad et al, 2004)

Neste processo de comparação par a par, a incerteza dos valores dos critérios pode ser levada em consideração por meio de dois limiares: o limiar de indiferença q_e e o limiar de preferência p_e (Merad et al, 2004). Desta maneira, o método ELECTRE TRI trata de problemas que são modelados por uma família de pseudocritérios, no qual estes dois limiares constituem as informações intracritérios. Assim, $q_e(I_{r_k})$ especifica a maior diferença $g_e(a) - g_e(I_{r_k})$, que preserva a indiferença entre a e I_{r_k} no critério g_e e $p_e(I_{r_k})$ representa a menor diferença $g_e(a) - g_e(I_{r_k})$ compatível com uma preferência de a no critério g_e (Szajubok et al, 2006).

A estrutura de preferência com pseudocritérios evita uma passagem repentina entre a indiferença e a preferência estrita, existindo uma zona de hesitação, representada pela preferência fraca, conforme Figura 2.3 (Miranda & Almeida, 2003; Mousseau & Slowinski, 1998; Yu, 1992).

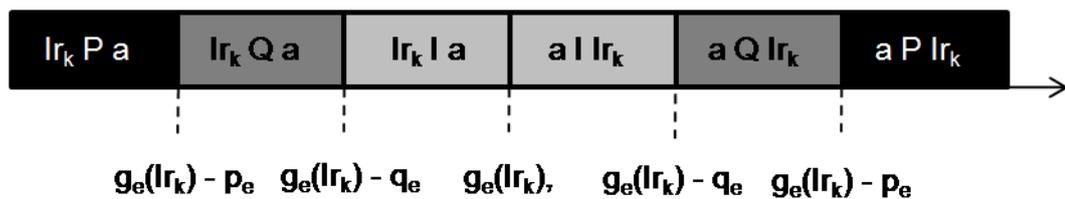


Figura 2.3 – Estrutura de Preferência com Pseudocritérios (Adaptada de Merad et al, 2004)

Cada relação de sobreclassificação (aSIr) entre uma alternativa a e um índice de referência é estabelecida por meio de quatro passos: (Lourenço & Costa, 2004)

1. Cálculo dos índices de concordância para cada critério $c_e(a, Ir)$ e índice global de concordância $C(a, Ir)$;
2. Cálculo do índice de discordância $d_e(a, Ir)$;
3. Cálculo do grau da credibilidade $\sigma(a, Ir)$;
4. Estabelecimento da relação de sobreclassificação por meio de um limiar de veto (λ).

Os índices de concordância parcial $c_e(a, Ir)$, concordância global $C(a, Ir)$ e discordância parcial $d_e(a, Ir)$ são calculados pelas equações 1, 2 e 3. Para o cálculo da concordância global é necessária a definição do peso para cada critério estabelecido (k_e). Na construção da relação de sobreclassificação S é utilizado um conjunto de limiares de veto ($v_1(Ir), v_2(Ir), \dots, v_m(Ir)$), usado no teste de discordância. $v_e(Ir)$ representa a menor diferença $g_e(Ir) - g_e(a)$, incompatível com a afirmação de que aSIr (Miranda & Almeida, 2003).

$$c_e(a, Ir) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_e(Ir) - g_e(a) \geq p_e(Ir) \\ 1 & \text{if } g_e(Ir) - g_e(a) \leq q_e(Ir) \\ \frac{p_e(Ir) + g_e(a) - g_e(Ir)}{p_e(Ir) - q_e(Ir)} & \text{n. c} \end{cases} \quad 1$$

$$C(a, Ir) = \frac{\sum_{e \in F} k_e c_e(a, Ir)}{\sum_{e \in F} k_e} \quad 2$$

$$d_e(a, Ir) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_e(Ir) - g_e(a) \leq p_e(Ir) \\ 1 & \text{if } g_e(Ir) - g_e(a) > v_e(Ir) \\ \frac{g_e(Ir) + g_e(a) - p_e(Ir)}{v_e(Ir) - p_e(Ir)} & \text{n. c} \end{cases} \quad 3$$

O estabelecimento da relação de sobreclassificação ocorre por meio do cálculo do índice de credibilidade $\sigma(a, Ir)$ e $\sigma(Ir, a)$, onde σ varia entre 0 e 1, que permite avaliar como a alternativa a supera o índice de referência Ir e como Ir supera a alternativa a respectivamente. Existem somente três situações possíveis (Yu, 1992, citado por Merad *et al.*, 2004):

- a. Indiferença: $\sigma(a, Ir) \geq \lambda$ e $\sigma(Ir, a) \geq \lambda$, que é denotado por a I Ir (com a e Ir equivalentes);

b. Preferência estrita:

b₁. $\sigma(a, Ir) \geq \lambda$ e $\sigma(Ir, a) < \lambda$, que é denotado por $a P Ir$ (a sobreclassifica Ir);

b₂. $\sigma(Ir, a) \geq \lambda$ e $\sigma(a, Ir) < \lambda$, que é denotado $Ir P a$ (Ir sobreclassifica a);

c. Incomparabilidade: $\sigma(a, Ir) < \lambda$ e $\sigma(Ir, a) < \lambda$, que é denotado por $a R Ir$, significando que a e Ir são incomparáveis.

onde λ é o nível de corte situado no intervalo entre 0,5 e 1. Este nível de corte (λ) é considerado como o menor valor do índice de credibilidade compatível com a afirmação de que “ a sobreclassifica Ir ” ou de que “ Ir sobreclassifica a ”.

O índice de credibilidade σ é encontrado em função da concordância e da discordância entre os pares de alternativas, sendo calculado conforme a equação 4 (Szajubok *et al*, 2006).

$$\sigma(a, Ir) = C(a, Ir) \prod_{e \in \bar{F}} \frac{1 - d_e(a, Ir)}{1 - C(a, Ir)}, \text{ onde } \bar{F} = \{e \in F: d_j(a, Ir) > C(a, Ir)\} \quad 4$$

O método ELECTRE TRI emprega dois procedimentos de avaliação, o pessimista e o otimista (Zopounidis & Doumpos, 2002). O processo pessimista objetiva atribuir cada alternativa à categoria mais elevada para qual a alternativa a_i sobreclassifica o índice de referência da categoria inferior. O procedimento seguido é: (Lourenço & Costa, 2004).

- 1- Compare sucessivamente a alternativa a_i com o índice de referência Ir_k , com k variando da categoria mais alta às mais baixas;
- 2- Se Ir_k for o primeiro índice de referência para que $(a_i S Ir_k)$; então a_i é atribuído à categoria C_k .

Já o processo otimista é o contrário, objetiva atribuir cada alternativa à categoria menos elevada para qual o índice de referência da categoria superior sobreclassifica a alternativa a : (Lourenço & Costa, 2004).

- 1- Compare sucessivamente a alternativa a_i com o índice de referência Ir_k , com k variando da categoria mais baixa às mais altas;
- 2- Se Ir_k for o primeiro índice de referência para que $(Ir_k S a_i)$; então a_i é atribuído à categoria C_{k+1} .

Segundo Mousseau & Slowinski (1998), os procedimentos pessimista e otimista são diferentes, então é possível que eles venham atribuir algumas alternativas a diferentes categorias. O procedimento otimista tende a classificar as alternativas em classes mais altas, sendo, portanto menos exigente. Já o procedimento pessimista é mais exigente, tendendo a

classificar as alternativas nas categorias mais baixas. Especificamente, a divergência entre os procedimentos existe quando o desempenho de uma alternativa é incomparável com um ou vários índices de referência.

Quando ocorre divergência entre a classificação pessimista e otimista, o decisor pode adotar uma das duas classificações de acordo com o seu perfil: mais exigente ou menos exigente.

Existem na literatura diversos trabalhos relatando a aplicação do método multicritério ELECTRE TRI. Szajubok (2006), por exemplo, propõe um modelo de gestão de materiais na construção civil apoiado pelo uso do método multicritério ELECTRE TRI com o intuito de classificar os materiais atendendo aos critérios definidos pelo decisor e o aplica em uma edificação residencial vertical. Já Marins (2007) aplica o método para a classificação e análise da qualidade do transporte público por ônibus segundo a percepção dos usuários. Merad (2003) por meio do ELECTRE TRI classifica a região da Lorraine na França em áreas de risco por causa das precipitações que têm ocorrido na região devido às antigas operações de mineração. Miranda (2003) analisa a estrutura metodológica do ELECTRE TRI na classificação dos programas de pós-graduação, em particular da área Engenharias III da CAPES no triênio 1998-2000, classificando os programas em cinco categorias (conceitos de 1 a 5), propondo assim uma forma alternativa de tratar o problema. Costa (2004) apresenta uma metodologia, baseada no ELECTRE TRI, para a classificação e escolha de prestadores de serviço para transporte de materiais perigosos.

2.1.3 *Redesign* do Processo de Negócio (BPR)

O *Redesign* do Processo de Negócio tem sido intensamente estudado desde meados dos anos 90 (Kock *et al.*, 2009). A sigla BPR vem do inglês *Business Process Reengineering* ou *Business Process Redesign* (traduzido para o português, Reengenharia do Processo de Negócio ou Redesenho do Processo de Negócio).

Para manter a margem competitiva do negócio em ambientes de constante mudança, as organizações devem manter-se modificando ou reconfigurando seus processos de negócio para atender as exigências da mudança do negócio. Desta forma, o BPR relaciona-se com o repensar e com o *redesign* de um sistema empresarial inteiro a fim de conseguir melhorias significativas de desempenho (Gregoriades & Sutcliffe, 2008).

Celik (2009) afirma que o *Redesign* do Processo de Negócio (BPR) é a única forma de suportar o desempenho da organização por meio da melhoria da eficácia e da adaptação dos assuntos chaves administrativo.

De acordo com Silvestro & Westley (2002) o BPR é uma forma radical de reestruturação organizacional baseada no processo e não nas linhas funcionais. Objetiva melhorar a relação entre as diversas atividades organizacionais que suportam a provisão de produtos e serviços ao cliente, com o propósito de melhorar o desempenho do negócio e a compreensão do mercado.

Newell (1998), por meio do estudo com empresas situadas em quatro países, procurou compreender como o BPR foi difundido através das empresas européias. O resultado mostrou que havia diferenças através dos setores industriais e através dos países na extensão da adoção do BPR.

Mas o que é de comum acordo, é que a Tecnologia da Informação (TI) é essencial no *redesign* inovador de processos de negócio e contribui para um desenvolvimento sustentável da organização (Wu, 2002 e Celik, 2009). Wu (2002) afirma ainda que o papel estratégico da TI no BPR deve ser incluído desde o início, se não os resultados serão menores do que os esperados.

Entretanto, efetuar qualquer mudança é arriscado devido ao impacto que pode ter nos processos e em componentes da organização e está associado a um nível de incerteza. As falhas em projetos de *Redesign* do Processo de Negócio são devido à falta de ferramentas para avaliar os efeitos das alternativas de projeto antes de sua implementação, ou seja, de conseguir prever exatamente o resultado de uma mudança radical. Sendo os erros reconhecidos somente quando os processos remodelados estiverem sido implementados, quando já é muito tarde para corrigir uma decisão errada. E as falhas também estão relacionadas à modelagem insuficiente dos aspectos dinâmicos dos processos. Desta forma, a simulação do processo de negócio pode ajudar o decisor a compreender as diferenças de desempenho entre os possíveis *designs* do processo de negócio e fornecer os *trade-offs* das alternativas antes da execução (Gregoriades & Sutcliffe, 2008).

O *Redesign* do Processo de Negócio envolve analisar um ou mais processos de negócio, empregando geralmente um modelo e propondo mudanças aos processos. Tais mudanças são implementadas com o uso da Tecnologia da Informação e da Comunicação. Se as mudanças conduzem a ganhos reais na qualidade e produtividade que compensem os custos das mudanças, então o projeto de *Redesign* do Processo de Negócio pode ser considerado bem

sucedido. Se as mudanças não conduzem a ganhos, então o projeto de *redesign* é provável de ser considerado mal sucedido. Um aspecto que recebe pouca atenção, entretanto, é o relacionamento entre as escolhas de um modelo de processo de negócio e o sucesso do *redesign*, o que não deveria acontecer, pois a escolha de um modelo de processo de negócio afeta o sucesso do *redesign* (Kock *et al*, 2009).

O BPR por ser uma forma de reestruturação organizacional baseada no processo, promove o conceito da empresa estruturada em processo, embora sejam obscuras como as estruturas por processo devem substituir as hierarquias funcionais (Silvestro & Westley, 2002).

Silvestro & Westley (2002) apresentam um pesquisa baseada em dois estudos de caso realizados com duas grandes organizações britânicas que adotaram estruturas de organização baseadas em processo durante os anos 90 e relatam sobre o impacto percebido, positivo e negativo, desta mudança estrutural nas operações das companhias, comparados às hierarquias funcionais tradicionais. O aumento da compreensão do mercado, a melhor colaboração entre as funções e alinhamento dos objetivos organizacionais foram alguns dos benefícios percebidos, entretanto as desvantagens identificadas foram: a duplicação do *expertise* funcional, aumento da complexidade operacional, inconsistência na execução de decisões funcionais e redução da eficiência da rede das operações.

Foram muitos os relatos de sucesso da aplicação do *Redesign* do Processo de Negócio (BPR) nas empresas. Entretanto, as taxa de falhas eram elevadas, chegando a 70%. Uma das razões principais para isto era que o *redesign* não tinha sido conectado aos objetivos da organização. Em muitos casos das falhas, o BPR foi visto e aplicado mais no nível operacional ou tático, do que no nível estratégico (Wu, 2002).

Por isso, Wu (2002) propôs uma abordagem baseada em uma perspectiva estratégica. A solução proposta visa ajustar os objetivos de longo-prazo da organização ao BPR. Isto ajudaria o *designer* a identificar um conjunto de processos críticos que são alinhados com o desempenho estratégico da empresa e estes processos então se tornariam os processos candidatos à remodelagem.

Há ainda necessidade de uma avaliação mais sistemática e mais rigorosa dos fatores para julgar se o *redesign* foi ou não um sucesso. Por este motivo Guimaraes (1997) desenvolveu um estudo onde o sucesso foi definido de três diferentes maneiras: os objetivos e as metas alcançados pelo projeto, benefícios derivados do projeto e o impacto no desempenho da companhia. Baseados nos resultados foram feitas recomendações para que os gerentes

centrem a atenção e os recursos sobre os fatores importantes para o sucesso e prossigam em uma forma que minimize o risco de falha.

Jarvenpaa & Stoddard (1998), por meio de um estudo de caso de 15 projetos de *Redesign* do Processo de Negócio em oito organizações diferentes, discutiram os contrastes entre as teorias revolucionárias e evolucionárias de fazer mudanças nas organizações. O resultado demonstra que o sucesso é obtido combinando estas duas teorias para fazer o *redesign*.

2.1.4 Gestão de Processo de Negócio (BPM)

BPM (*Business Process Management*, traduzido para Gestão de Processo de Negócio) pode ser definido como uma abordagem, apoiada por ferramentas e softwares, para melhorar de forma rápida e contínua os processos de negócio (Ko *et al*, 2009).

O BPM suporta o processo de negócio usando métodos, técnicas e software para projetar, estabelecer, controlar e analisar os processos operacionais (Weske *et al*, 2004).

Alguns trabalhos na literatura consideram a Gestão de Processo de Negócio (BPM) uma extensão do clássico sistema *Workflow Management* (WFM) (van der Aalst *et al*, 2007). Para outros, ela pode ser entendida como uma evolução deste sistema, tornando-se uma ferramenta poderosa para obter vantagens estratégicas (Chen *et al*, 2007).

A Gestão de Processo de Negócio difere da reengenharia do processo de negócio, gerenciamento popular que existia nos anos 90, pois não visa unicamente mudanças nos processos de negócio, mas sua evolução contínua (Vergidis *et al*, 2008).

Os processos de negócio têm sido discutidos por mais de uma década (Vergidis *et al*, 2008). Recentemente, muitas empresas têm levado a sério a inovação e a melhoria do processo para alcançarem os seus objetivos de desempenho (Han *et al*, 2009). E com a globalização do negócio, que estimula a colaboração dinâmica entre as organizações, as empresas estão mais dependentes da Gestão de Processo de Negócio (BPM) para manter no controle os seus processos (Liu *et al*, 2009).

Nos últimos anos também as organizações vêm enfrentando desafios relacionados às rápidas mudanças dos ambientes, com os processos de negócio mostrando-se cada vez mais complexos por causa das interações entre os seus componentes internos e interações com o ambiente externo. Em consequência disso, as organizações estão prestando mais atenção ao apoio da Gestão de Processo de Negócio para se adaptarem aos novos e complexos ambientes (Wang & Wang, 2006).

O ciclo de vida completo do BPM é composto pelas seguintes fases: projeto, configuração, execução, controle e diagnóstico dos processos. Entretanto, as ferramentas existentes de BPM são incapazes de suportar todo o ciclo de vida. Existem lacunas entre as fases (isto é, usuários precisam transferir ou interpretar informações sem qualquer suporte) e algumas das fases (como por exemplo, do projeto e do diagnóstico) não são suportadas satisfatoriamente (Song & van der Aalst, 2008).

2.2 Revisão Bibliográfica sobre Processos de Negócio

Existem muitos trabalhos na literatura sobre processos de negócio. Para melhor compreensão deles e da sua extensão, eles foram classificados conforme o assunto que abordam, sendo: Definição e Importância do BPM, Aplicação do BPM nas Organizações, BPM e a Satisfação do Cliente em Empresas de Prestação de Serviços, Modelagem e Análise dos Processos, Sistema de Gestão de Processo de Negócio (BPMS), BPM Colaborativos e Modelos de Decisão em BPM e BPR.

2.2.1 Definição e Importância do BPM

São muitos os trabalhos que abordam a definição do BPM e enfatizam a sua importância para a melhoria do desempenho dos processos da empresa. A Gestão de Processo de Negócio (BPM) é também uma ferramenta estratégica de gerenciamento (Armistead *et al*, 1999).

A construção de uma cultura baseada na gestão do processo também traz bons resultados para a organização. Mohamed (1997) cita um conjunto de regras para auxiliar no desenvolvimento da cultura do BPM, bem como explica a importância da estrutura da qualidade, da estratégia e da gestão de processo para a organização.

Lu (2009) ressalta a necessidade por flexibilidade na execução do BPM e apresenta uma abordagem para a Gestão de Processo de Negócio que é conducente à mudança dinâmica. A abordagem é baseada na noção de restrição do processo. Ele fornece também uma técnica para a utilização eficaz das adaptações ocorridas em variações do processo.

Para facilitar a comunicação e o entendimento sobre BPM, Ko (2009) padronizou muitas terminologias e notações utilizadas na Gestão de Processo de Negócio e as organizou em uma estrutura de classificação.

Na literatura não existem muitos textos sobre a gestão de processo no setor público e o que foi escrito foi muito geral. Desta forma, há uma confusão entre os gerentes públicos sobre como os conceitos da Gestão de Processo de Negócio devem ser executados. Algumas

dúvidas a respeito deste assunto são: Como devem as organizações públicas reorganizar para acomodar a Gestão de Processo de Negócio? Como os novos ou existentes sistemas da empresa são alinhados com as metodologias da Gestão de Processo de Negócio? Gullede (2002) abordou os conceitos da Gestão de Processo de Negócio voltados para as organizações públicas, procurando responder estas questões e relatando os benefícios da gestão de processo no setor público. Por fim, concluiu que as organizações públicas terão que mudar radicalmente as suas estruturas de organização assim como os seus sistemas da empresa a fim executarem com sucesso os conceitos da Gestão de Processo de Negócio.

2.2.2 Aplicação do BPM nas Organizações

Existem várias pesquisas relatando como o BPM é interpretado e aplicado nas empresas. Lee & Dale (1998) são um exemplo, eles analisaram o uso do BPM em uma organização reconhecida por muitos escritores como “exemplo”.

O resultado de uma pesquisa realizada em companhias localizadas em países cujo idioma é o alemão mostra que embora a maioria das companhias esteja envolvida com as iniciativas do BPM, apenas um número muito pequeno de companhias segue as abordagens holísticas e alcançou o status de uma organização focalizada em processo (Neubauer, 2009).

Armistead & Machin (1997) relatam em seu trabalho os resultados das entrevistas realizadas em quatro organizações que continuam a desenvolver suas abordagens para a gestão de processos. Os resultados foram posicionados dentro de uma categorização de processos de negócio, por proposições da pesquisa e por último discutiram as implicações para a gerência de operações.

Os resultados de uma pesquisa e de um estudo de caso com relação ao entendimento e aplicação da Gestão de Processo de Negócio (BPM) em companhias européias foram relatados por Pritchard & Armistead (1999). Foi apresentado o nível de importância que as companhias européias dão ao BPM, o que BPM significa para elas e o que elas fazem na prática. Algumas abordagens interessantes foram destacadas e as características que são importantes para que o BPM seja bem sucedido foram reveladas.

Por meio de um estudo de caso, Armistead & Machin (1998) descreveram a aplicação do processo de negócio dentro de uma estação de correios britânica, a Royal Mail, mostrando como esta aplicação influenciou a melhoria do seu processo operacional e descreveram as implicações causadas na produtividade.

Sentanin (2008) analisou como um centro público brasileiro de pesquisa implementou a Gestão de Processo de Negócio (BPM) destacando os desafios da mudança que tiveram que ser enfrentados com por esta organização.

2.2.3 BPM e a Satisfação do Cliente em Empresas de Prestação de Serviços

Os processos têm um papel importante também em conduzir a qualidade do serviço e a satisfação do cliente. Kumar (2008) confirmou por meio de uma pesquisa que a gestão de processo é um direcionador crítico da qualidade do serviço técnico e que a redução da insatisfação do cliente depende da melhoria na qualidade do processo.

Já Maddern (2007) avaliou os direcionadores da satisfação do cliente, explorando especificamente o impacto da Gestão de Processo de Negócio (BPM) na qualidade do serviço e na satisfação do cliente.

Embora os desenvolvimentos teóricos estejam tratando de modo sofisticado o tema em torno dos processos de negócio, a indústria de serviços é relutante em adotar uma perspectiva similar e ainda usa técnicas simples e manuais para tratar os processos de negócio. A razão principal é que a indústria de serviços não está convencida de que uma abordagem do processo de negócio pode trazer significativos benefícios reais e mensuráveis. Isto é devido ao fato de que não há nenhuma solução detalhada e sistemática proposta em termos de uma série de software funcional do processo de negócio (Vergidis *et al*, 2008).

2.2.4 Modelagem e Análise dos Processos

A modelagem do processo de negócio é uma ferramenta usada para identificar e especificar os processos, é como se fosse uma fotografia do que é percebido em um ponto do tempo a respeito do processo de negócio atual. Essa modelagem é essencial para a análise, avaliação e melhoria dos processos de negócio, onde a sequência das tarefas pode ser analisada detalhadamente (Vergidis *et al* 2008).

Portanto a modelagem do processo de negócio é uma ferramenta útil para formalizar o conhecimento sobre os processos de negócio e atualmente existe uma grande quantidade de técnicas para modelar o processo de negócio que captura diferentes aspectos de um processo de negócio (Vergidis *et al*, 2008).

Estas técnicas embora sejam ricas, são muito limitadas para expressar a verdadeira natureza dos processos de negócio que precisam se desenvolver e se adaptar ao ambiente desafiante de hoje (Lindsay *et al*, 2003).

Aguilar-Savén (2004) em seu trabalho descreveu e classificou as técnicas de modelagem do processo de negócio de acordo com a sua finalidade.

A história do progresso das técnicas de modelagem do processo de negócio, do sistema de produção ao ambiente do escritório, foi descrita de maneira sucinta por Lindsay (2003).

A análise de processo do negócio inclui a simulação, o diagnóstico e a análise do desempenho dos processos. A maioria das análises é baseada em métodos subjetivos e não objetivos e sua utilidade reside no fato de identificar possíveis gargalos e comparar todas as potenciais alternativas do processo (Vergidis *et al*, 2008). Infelizmente, a análise dos processos de negócio consiste somente em simples inspeção do fluxograma de processo e pode consumir muito tempo e é muito dependente da experiência do modelador cujas conclusões são baseadas em seu conhecimento sobre o negócio e suas habilidades (Phalp & Shepperd, 2000 e Vergidis *et al*, 2008).

A análise de processo *two-stage* pode ser utilizada para alinhar um processo de negócio com os objetivos de desempenho da empresa, esta análise combina a estrutura *process-based* da medida de desempenho e a simulação de processo do negócio (BPS). A análise *two-stage* consiste nas análises macro e micro de processos de negócio (Han *et al*, 2009).

Eshuis & Grefen (2008) descreveram a abordagem *two-stage* para a construção de visões personalizadas do processo em modelos de processo estruturados. Primeiramente, uma visão não-personalizada do processo foi construída de um modelo de processo estruturado interno pela agregação de atividades internas que os fornecedores desejam esconder. Em segundo, uma visão personalizada do processo foi construída escondendo e omitindo as atividades vindas da visão não-personalizada que não são solicitadas pelo consumidor do processo.

Uma abordagem quantitativa simples pode auxiliar a investigação dos processos de negócio e diversas heurísticas publicadas para avaliação do processo, tais como o acoplamento de minimização, podem ser auxiliadas pela associação de uma análise quantitativa simples (Phalp & Shepperd, 2000). Desta forma, Phalp & Shepperd (2000) propuseram uma abordagem quantitativa para auxiliar à análise e à comparação dos modelos estáticos de processo (processos de negócio são descritos esquematicamente como modelos estáticos) usando a notação de modelagem do processo e o Diagrama de Papéis e Atividades (RADs).

2.2.5 Sistema de Gestão de Processo de Negócio (BPMS)

O Sistema de Gestão de Processo de Negócio (BPMS) é uma tecnologia que suporta o conceito e as tarefas de gestão de processos. O BPMS interliga pessoas e processos, gerencia a transformação e o acesso à informação, trata exceções e coordena o fluxo de processos (Paim *et al*, 2009).

É usado cada vez mais não somente para automatizar os processos de negócio, mas também para controlá-los como importantes recursos (Choi *et al*, 2008).

Para Ha (2006) BPMS é um sistema de informação revolucionário que suporta o projeto, administra e melhora os processos de negócio sistematicamente. Tal sistema permite a execução dos processos de negócio atribuindo tarefas ao ser humano ou ao computador de acordo com as definições predefinidas dos processos. Os componentes críticos de BPMS são processos de negócio, tarefas, agentes, papéis e os objetos relevantes.

As três principais etapas para usar o BPMS são: projeto de um novo processo de negócio, execução do processo e melhoria do processo usando os resultados da execução (Ha *et al*, 2006).

Ha (2006) em seu trabalho planejou regras de execução do processo usando *worklists* individuais e propôs algoritmos da atribuição de tarefa para maximizar a eficiência total do processo sob a limitação da capacidade dos agentes. Fez isto transformando primeiramente os processos de negócio em modelos de rede de fila, em que os agentes são considerados usuários. Depois, as cargas de trabalho dos agentes foram calculadas por meio da utilização do usuário e a política da atribuição da tarefa foi determinada balançando as cargas de trabalho. Isto serviu para minimizar as cargas de trabalho de todos os agentes, conseguindo assim a eficiência total do processo.

Um sistema que foi projetado para melhorar o ajuste entre processos de negócio e BPMS chama-se KOPeR. Ramesh (2005) apresentou um estudo de caso que ilustra as funcionalidades deste sistema.

Uma das funções mais recentes do Sistema de Gestão de Processos de Negócio (BPMS) é integrar diversos processos de negócio em vários e heterogêneos domínios para criar inovações e agilidade. Mais especificamente, estes sistemas de BPM são diferentes dos convencionais, pois fornecem uma visão integrada dos processos de negócio e colaboram com outros sistemas. Permitem os responsáveis pelas decisões definir processos de negócio e regras de negócio mais eficientes. Desse modo, o sistema de BPM tem explorado *ontologies* (uma descrição semântica formal da informação utilizada por todos os outros componentes)

para suportar a interoperabilidade entre sistemas, isto é, constrói uma ponte sobre uma lacuna entre os sistemas BPM (Jung, 2009).

Uma nova estrutura baseada em *ontologies* de alinhamento do negócio foi proposta por Jung (2009) para integrar processos de negócio heterogêneos. Para avaliar o sistema proposto, foram conduzidos experimentos usando vinte e dois Sistemas de Gestão de Processo de Negócio e foi assumido que os processos de negócio em um mesmo sistema de BPM devem ser construídos com *ontologies* comuns.

Dang (2008) propôs uma estrutura *ontological* do conhecimento que cobre os domínios dos cuidados médicos que abrangem um hospital - das tarefas médicas ou administrativas, aos recursos do hospital, aos seguros médicos, aos registros de pacientes, aos remédios e aos regulamentos. O *ontology* faz uma visão dos cuidados médicos capturando todo o conhecimento necessário para uma complexa encenação personalizada dos cuidados médicos que envolvem o cuidado com o paciente, os seguros, as prescrições de remédio e os pedidos. O *ontology* proposto facilita um sistema de gestão do fluxo de trabalho que permite aos usuários, dos médicos aos ajudantes administrativos, controlar ou mesmo criar contextos – cientes dos novos fluxos de trabalho.

Técnicas e ferramentas da mineração do processo foram propostas por Dustdar (2005) para analisar processos *ad hoc*. Para isso, demonstrou uma aplicação concreta do conceito usando Caramba, ferramentas da mineração do processo tais como EMiT e MinSoN e uma ferramenta de extração recentemente desenvolvida chamada Teamlog.

Song & van der Aalst (2008) propuseram novas técnicas de mineração do processo e apresentaram técnicas já existentes de uma forma inovadora para descobrir modelos organizacionais e rede social. A aplicabilidade das técnicas foi demonstrada analisando os registros de um município dos Países Baixos.

2.2.6 BPM Colaborativos

A moderna Gestão de Processo de Negócio está expandindo para abranger os processos de negócio das organizações parceiras através dos limites organizacionais e desse modo auxiliar as organizações a coordenarem o fluxo de informação entre as organizações e a unirem os seus processos de negócio. Devido ao seu potencial significativo, os processos de negócio colaborativos estão tornando agora um importante assunto da Gestão de Processo de Negócio contemporânea, e atrai muita atenção e esforços tanto do lado do acadêmico quanto industrial (Liu *et al*, 2009).

Como as soluções tradicionais do BPM não possuem a capacidade de integrar estas aplicações externas por possuírem sustentação muito limitada para a interoperabilidade, as Web services emergiram nos últimos anos como uma tecnologia para auxiliar o BPM, como por exemplo, na sustentação do C-Comércio (Chen *et al*, 2007). O Comércio Colaborador (C-Comércio) é um conjunto de tecnologias e práticas empresariais que permite que as companhias construam relacionamentos mais fortes com os seus parceiros comerciais por meio da integração dos seus processos complexos e dos seus fluxos de trabalho.

Chen (2007) no contexto do C-Comércio fez uma análise detalhada do BPM e Web services propondo uma arquitetura para a Web services capacitando o BPM para o Comércio Colaborador. A função de BPM dentro do C-Comércio é o de desenvolver uma estrutura comum para guiar interações entre todas as partes, tornando o C-Comércio mais flexível e dinâmico.

Liu (2009) em seu trabalho revisou o desenvolvimento da colaboração 2B2 e do processo de negócio colaborativo, fornecendo uma visão geral dos assuntos relacionados com a gestão de processos de negócio colaborativos e apresentou algumas tecnologias emergentes e seus relacionamentos com os processos de negócio colaborativos.

A abordagem, a arquitetura e a tecnologia exigidas para a gestão de processo em empresas virtuais imediatas, que são empresas virtuais altamente dinâmicas dentro das redes do fornecedor, foram esboçadas por Grefen (2009) e foi demonstrado como a abordagem desenvolvida é aplicada na indústria automotiva no contexto do projeto de CrossWork ISTs.

2.2.7 Modelos de Decisão em BPM e BPR

A maioria das decisões é desenvolvida por procedimentos qualitativos. Existem, no entanto, alguns modelos de decisão quantitativos encontrados na literatura, na maioria baseado em métodos multicritério.

Para implementar o *Redesign* do Processo de Negócio diversas melhores práticas podem ser caracterizadas. As melhores práticas podem ser usadas como uma lista de verificação para o *Redesign* do Processo de Negócio (Reijiers & Mansar, 2005). Reijiers & Mansar (2005) mostraram de forma generalizada as regras heurísticas que podem auxiliar e dar suporte aos executivos para desenvolverem um *Redesign* do Processo de Negócio que seja uma melhoria do *design* atual. A ênfase foi dada aos mecanismos do processo, mais do que em aspectos comportamentais ou alteração da gerência. As melhores práticas relatadas são oriundas de uma ampla pesquisa da literatura e suplementadas com as experiências dos autores.

Com o objetivo de aumentar a eficiência do *redesign* do próprio processo e de conduzir a uma avaliação mais sistemática de oportunidades de melhoria, Mansar (2009) utilizando o método multicritério AHP (Analytic Hierarchy Process) estabeleceu um ranking das melhores práticas para o *Redesign* do Processo de Negócio. No entanto, como afirmam Gomes (2004) e Gomes (2009) deve-se observar que este método tem vários problemas básicos em seus fundamentos que devem ser considerados, são eles: problema de escala, pois o método AHP, que é um método aditivo, utiliza escala de razão conflitando com o princípio da função aditiva que se adapta melhor a uma escala intervalar; problema de interpretação dos pesos, pois considera o peso do critério como o grau de importância, não considerando assim a extensão da escala (*range*) do critério e problema de inversão de ordem das alternativas, onde a posição relativa das alternativas obtida segundo a função aditiva pode ser alterada caso uma alternativa seja adicionada ou removida da análise (Belton & Gear, 1983).

Mansar & Reijers (2005) definiram uma estrutura para auxiliar o *designer* do processo a escolher a correta e melhor prática para remodelar um processo, de modo que o processo fique de algum modo superior ao existente. A idéia por trás da estrutura é ajudar os *designers* a identificarem os tópicos que devem ser considerados e como estes tópicos estão relacionados. Não é um modelo de processo de negócio, mas um conjunto explícito de idéias que ajuda no pensamento sobre o processo de negócio no contexto da remodelação.

Embora existam muitas tentativas de estabelecer uma estrutura de *Redesign* do Processo de Negócio, há pouco trabalho na melhoria real de processos de negócio com certos objetivos (Vergidis *et al*, 2006). A maioria das tentativas atuais para a melhoria de processo do negócio é manual, não envolvendo nenhuma metodologia formal automatizada (Vergidis *et al*, 2007).

Por isso, Vergidis (2007) propôs uma estrutura (*framework*) para a melhoria de *designs* de processo de negócio com múltiplos objetivos. Os resultados apontam que os algoritmos de melhoria com múltiplos objetivos tais como *Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II* (NSGA2) e *Strength Pareto Evolutionary Algorithm II* (SPEA2) produzem um número satisfatório de alternativas melhoradas de *design* de processo de negócio. Entretanto, o desempenho dos algoritmos de melhoria reduz significativamente enquanto aumenta a complexidade do *design* de processo.

Hofacker & Vetschera (2001) também estudaram as possibilidades para fornecer um suporte analítico para aperfeiçoar o *design* de processos de negócio. Introduziram modelos formais para problemas de *design* de processo de negócio que podem ser usados para determinar analiticamente *designs* ótimos quando se tem várias funções objetivo. Três

técnicas de solução foram analisadas: programação matemática, método *branch and bound* e algoritmos genéticos. Os experimentos computacionais indicaram que entre estes métodos, o método *branch and bound* é o melhor para resolver problemas realísticos.

Já Kim & Kim (1998) com o objetivo de auxiliar na decisão de qual processo deverá ser remodelado e como, introduzem o método da Engenharia Reversa do Processo da Empresa (EPRE) para analisar os processos de negócio e dar suporte as tarefas de *redesign* do processo.

2.3 Síntese do Estado da Arte e Posicionamento deste Trabalho

Os processos de negócio têm sido discutidos por mais do que uma década e por meio da revisão bibliográfica foi possível perceber o interesse pela gestão de processo em diferentes contextos (na indústria, em serviços, em setores públicos).

Entretanto, como afirma Vergidis (2008), não se sabem exatamente os benefícios substanciais que podem justificar a campanha publicitária em torno do conceito. Mas existe uma variedade de diferentes percepções em como uma organização pode se beneficiar adotando uma perspectiva de processo de negócio.

Existem muitas e diversas definições de processo de negócio na literatura. Desde os anos 90 em que os processos de negócio apareceram na literatura, muitos autores vieram com a sua própria versão sobre a definição de processo do negócio geralmente com uma proposta: tentar orientar os processos de negócios para uma direção particular destacando aspectos específicos (Vergidis *et al*, 2008).

Até recentemente a maioria da atenção na área de processos de negócio foi focalizada no *Redesign* do Processo de Negócio (BPR). O BPR defende a mudança radical dos processos de negócio. Objetiva melhorar a relação entre as diversas atividades organizacionais que suportam o fornecimento de produtos e serviços ao cliente com o propósito de melhorar o desempenho do negócio e a compreensão do mercado. Ele é uma forma de reestruturação organizacional baseada no processo e não em linhas funcionais.

Os autores defensores do BPR promoveram o conceito da empresa por processo, embora não fosse claro como as estruturas do processo deveriam substituir as hierarquias funcionais. Na sua forma mais radical, a implementação do BPR envolve eliminar as funções tradicionais e adotar uma estrutura exclusivamente baseada em processo. Apesar do BPR ter sido incorporado por muitas organizações, ele não atingiu os resultados previstos (Lee & Dale, 1998).

Surge então uma nova abordagem, a Gestão de Processo de Negócio, que passa então a ser discutida pelos autores e ganha também várias definições. Segundo Armistead & Machin (1997), a Gestão de Processo de Negócio não pode ser considerada simplesmente como o BPR. Está relacionada um pouco com como controlar processos em uma base em curso e não apenas com as mudanças radicais associadas ao BPR. Já para van der Aalst (2007) o BPM pode ser considerado como uma extensão do clássico sistema *Workflow Management* (WFM). E para Chen (2007), o BPM evoluiu de uma característica de fluxo de trabalho e de tecnologias associadas para uma ferramenta poderosa para fornecer valores estratégicos.

Há desta forma um debate considerável sobre o que Gestão de Processo de Negócio significa e como as organizações interpretam o paradigma do processo de negócio (Armistead & Machin, 1997). Mas os líderes das organizações reconhecem a gestão dos processos como um elemento essencial para alcançar os seus objetivos de desempenho (Wang & Wang, 2006).

É citado nos textos que a mudança da cultura é um dos aspectos mais importantes para o sucesso do BPM e, portanto, a resistência a mudança é identificada como a principal barreira para implementação do BPM. Mas muitas empresas ainda estão executando o conceito sem levar isto em consideração ocorrendo assim implementações mal sucedidas.

A moderna Gestão de Processo de Negócio passou a expandir para abranger os processos de negócio das organizações sócias através dos limites organizacionais e desse modo auxiliar as organizações a coordenarem o fluxo de informação entre as organizações e a unirem os seus processos de negócio. Devido ao seu potencial significativo e valor, os processos de negócio colaborativos estão tornando agora um importante assunto da Gestão de Processo de Negócio contemporânea (Liu *et al*, 2009), o que explica os muitos artigos que vêm sendo publicados tratando deste assunto.

Existem também muitas pesquisas que procuram entender a relação entre a Gestão de Processo de Negócio (BPM) e a satisfação do cliente. E os resultados de algumas confirmaram que a gestão de processo é um direcionador crítico da qualidade do serviço e que os processos têm um papel importante em conduzir a satisfação do cliente (Kumar *et al*, 2008). Mas a indústria de serviços não está convencida de que uma aproximação do processo de negócio pode trazer significativos benefícios reais e mensuráveis (Vergidis *et al*, 2008).

Não existem na literatura muitos trabalhos sobre a gestão dos processos no setor público e em como os conceitos da Gestão de Processo de Negócio devem ser executados. Mas Gullede (2002) foi um dos poucos que abordou os conceitos da Gestão de Processo de

Negócio voltados para as organizações públicas relatando os benefícios da gestão de processo no setor público.

É evidenciado em muitos artigos que a tecnologia da informação (TI) exerce um papel estratégico na Gestão de Processo de Negócio. E que os Sistemas da Gestão de Processo de Negócio (BPMS) são usados cada vez mais para automatizar e controlar os processos de negócio (Choi *et al*, 2008).

A modelagem do processo de negócio é também um assunto amplamente discutido nos trabalhos. Alguns tratam especificamente de dar uma visão geral do que é modelagem e qual sua utilidade, outros descrevem as técnicas utilizadas para modelar um processo, outros mostram como a tecnologia pode auxiliar na modelagem e outros discutem a dificuldade de modelar um processo.

Foram também encontrados trabalhos cujo propósito é auxiliar na tomada de decisão no *Redesign* do Processo de Negócio ou na Gestão de Processo de Negócio, seja para escolher um método de modelagem, um processo a ser remodelado, a parte do processo que deve ser melhorada, etc. Dos artigos encontrados, grande parte deles trata do assunto de forma qualitativa, baseado por exemplo em lista de verificação. Já os que tratam de forma quantitativa usam na maioria métodos multicritério e dentre estes métodos os utilizados são os métodos compensatórios. O que torna este trabalho diferenciado para a literatura, uma vez que propõe a utilização de um método multicritério não compensatório na Gestão de Processo de Negócio, o ELECTRE TRI.

Decidiu-se por um método não compensatório, devido ao fato deste tipo de método favorecer ações mais balanceadas, ou seja, aquelas que possuem uma melhor performance média. O que já não ocorreria se o método fosse compensatório, no qual é possível contrabalancear as desvantagens de um critério com as vantagens de outro, favorecendo alternativas não balanceadas, aquelas cuja performance é excelente sob algum aspecto, mas ruim em outros.

3 MODELO PROPOSTO NA GESTÃO DE PROCESSOS

Neste trabalho são desenvolvidos dois estudos:

- Um modelo de decisão para priorização de processos, que é baseado na interação entre os objetivos empresariais e os processos (Almeida, 2005; Almeida, 2009).
- Um modelo de decisão para classificação de métodos de modelagem de processos de negócios.

Os dois modelos são baseados no método ELECTRE TRI que é um método de sobreclassificação. A escolha do método deve tomar por base a estrutura de preferência do decisor, o contexto considerado, as características do problema analisado e a problemática. E também é necessário avaliar se as hipóteses que fundamentam o método estão coerentes com a realidade do problema analisado (Almeida, 2010). Neste caso assume-se que as seguintes características são pertinentes ao problema: raciocínio do decisor é não compensatório e que se deseja efetuar uma classificação.

3.1 Descrição do Modelo para Priorização de Processos

O modelo de decisão para priorização de processos críticos é baseado na interação entre os objetivos empresariais e os processos. Estes objetivos são representados por critérios e são agregados através de um modelo de agregação multicritério.

Dentre estes objetivos estão incluídos: os objetivos estratégicos e os objetivos operacionais mais relevantes da organização. Para efeito de simplificação a relação entre estes objetivos é considerada através da integração aos objetivos estratégicos de um objetivo que é o atendimento aos requisitos operacionais. Isto é, o atendimento aos requisitos operacionais é considerado um dos objetivos estratégicos.

Desta forma, tem-se a interação entre os critérios estratégicos e os processos através da matriz (1), que estabelece o grau de aderência de p processos a n critérios estratégicos:

$$\|r_{ij}\| = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & & & \\ \dots & & & \\ r_{p1} & \dots & \dots & r_{pn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Considera-se que:

- $\sum_{i=1}^p r_{ij} = 1$ para qualquer j .
- $0 \leq r_{ij} \leq 1$.
- Quanto mais próximo de 1 o r_{ij} , maior o grau de aderência do processo ao critério estratégico. Se $r_{ij} = 0$, então aquele processo não fornece nenhuma contribuição ao respectivo objetivo.

A cada critério estratégico é atribuído um peso e_i . Considera-se que:

- $\sum_{i=1}^n e_i = 1$, e
- $0 \leq e_i \leq 1$.

A importância dos processos é função da matriz r_{ij} e do peso dos critérios e_i .

Deve-se então definir o modelo de agregação dos critérios para se obter a avaliação dos processos.

Considera-se que a cada processo será aplicado um procedimento gerencial diferente em função de sua importância. Para tal deve-se efetuar uma classificação destes processos na avaliação multicritério dos objetivos estratégicos. Esta situação corresponde a uma problemática de classificação.

3.2 Aplicação do Modelo para Priorização de Processos

A aplicação é realizada com base em uma situação real. Os dados a seguir são baseados em estudo desenvolvido para priorização de sistemas de informação (Almeida & Ramos, 2002).

Os critérios estratégicos e seus respectivos pesos são:

- Manter o nível mínimo de fornecimento de serviços (NS) - 0,35,
- Novos negócios (NEG) - 0,2,
- Aumentar padrão de qualidade (QUA) - 0,3,
- Desenvolvimento de pessoal (DP) - 0,15.

Os critérios foram definidos pelo decisor e eles representam os objetivos empresariais que se pretendem alcançar.

O peso quantifica a relação de importância relativa entre os critérios e foi obtido por meio de julgamentos de valor do decisor. Sendo assim, alterações dos valores dos pesos impactam o resultado final e por isso devem ser determinados pelos decisores com muito

cuidado devendo representar fielmente a importância que cada critério (objetivo estratégico) tem.

Vale ressaltar que esta aplicação trata-se de um problema específico, caso mude o decisor, outros critérios podem ser estabelecidos, outros pesos atribuídos e, portanto, outros resultados obtidos.

No contexto analisado, assumem-se os seguintes processos:

- Infra-Estrutura,
- Operações,
- Serviços,
- Aquisição,
- Desenvolvimento de Tecnologia,
- Gerência de Recursos Humanos,
- Suporte Corporativo, e
- Marketing.

A Tabela 3.1 apresenta os dados correspondentes a matriz r_{ij} relativos a matriz (1).

Tabela 3.1 – Dados Correspondentes a Matriz r_{ij} Relativos a Matriz (1)

PROCESSOS	Critérios Estratégicos			
	NS	NEG	QUA	DP
INFRA-ESTRUTURA	1,00	0,60	0,25	0,00
OPERAÇÕES	0,27	0,00	0,50	0,00
SERVICOS	0,09	0,00	1,00	0,00
AQUISIÇÃO	0,00	0,00	0,00	0,00
DESENV. TECNOLÓGICO	0,64	1,00	0,25	1,00
GERÊNCIA RH	0,27	0,20	0,50	1,00
SUPORTE CORPORATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00
MARKETING	0,64	0,60	0,50	0,40

Para o estudo de classificação são considerados os perfis conforme a Tabela 3.2. Eles foram definidos em função da escala apresentada na Tabela 3.1. Estas classes servirão de padrões para classificar os métodos em uma das três categorias fixadas.

Tabela 3.2 – Perfis

Critérios Estratégicos	Classe 1-2	Classe 2-3
NS	0,5	0,1
NEG	0,5	0,3
QUA	0,35	0,2
DP	0,55	0,3

Seguem na Tabela 3.3 os valores dos limiares de preferência e indiferença, p e q , que foram considerados para aplicação do ELECTRE TRI.

Tabela 3.3 – Limiares de Preferência e Indiferença p e q

Limiares	Critérios Estratégicos			
	NS	NEG	QUA	DP
q	0,03	0,03	0,05	0,01
p	0,5	0,1	0,1	0,5

Para o problema em questão não foi considerado o limiar de veto para cada critério.

O nível de corte (λ) foi definido igual a 0,6.

Após a definição dos parâmetros do modelo, o método foi aplicado e a Tabela 3.4 apresenta o resultado considerando tanto o procedimento otimista quanto o pessimista.

Tabela 3.4 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI

Processos	Categoria Alocada	
	Otimista	Pessimista
INFRA-ESTRUTURA	1	2
OPERAÇÕES	2	2
SERVICOS	2	2
AQUISIÇÃO	3	3
DESENV. TECNOLÓGICO	1	1
GERÊNCIA RH	1	1
SUPORTE CORPORATIVO	3	3
MARKETING	1	1

Considerando o procedimento otimista verifica-se que os processos infra-estrutura, desenvolvimento tecnológico, gerência RH e marketing foram alocados na categoria 1,

portanto são processos que devem ser priorizados, pois eles tem maior aderência aos critérios estratégicos definidos pela organização.

Já os processos operações e serviços foram classificados na categoria 2, sendo assim após aos processos da categoria 1, são estes da categoria 2 que devem receber atenção. E por último em questão de prioridade estão os processos alocados na categoria 3, que são: aquisição e suporte corporativo.

Considerando o procedimento pessimista, todos os processos receberam a mesma classificação com exceção do processo infra-estrutura que foi alocado na categoria 2.

Como mencionado anteriormente o procedimento pessimista e o otimista são diferentes, então é possível que eles venham atribuir algumas alternativas a diferentes categorias. A divergência ocorre entre os resultados dos dois procedimentos de classificação somente quando uma alternativa é incomparável com um ou vários índices de referências, em tais casos, a regra de classificação pessimista classifica a alternativa na categoria mais inferior que a otimista classifica. Desta forma, o decisor de acordo com o seu perfil (mais exigente ou menos exigente) pode adotar uma das duas classificações (Mousseau & Slowinski, 1998).

Como o decisor do estudo desenvolvido para priorização de sistemas de informação é exigente a classificação adotada deverá ser a pessimista.

3.3 Modelo para Classificação de Métodos

Com base nos estudos de Aguilar-Savén (2004), que descreve e classifica as técnicas de modelagem do processo de negócio de acordo com a sua finalidade, é apresentado um modelo multicritério para classificação destes métodos.

3.3.1 Métodos para Modelagem de Processos

3.3.1.1 Técnica do Fluxograma (Flow Chart Technique)

O método da modelagem por Fluxograma usa, como o nome diz, fluxogramas para representar processos (Aguilar-Savén, 2004).

Um fluxograma é definido como uma representação gráfica de uma sequência lógica de um trabalho ou de um processo de manufatura onde os símbolos são usados para representar as operações, dados, direção do fluxo e equipamentos, para a definição, análise ou solução de um problema (Aguilar-Savén, 2004).

Uma atividade é representada por um retângulo e significa uma tarefa elementar. O trajeto pelos quais os processos fluem através do diagrama consiste em linhas de conexão

entre atividades. Um conjunto de atividades pode estar contido em um departamento. Uma entrada é indicada por uma seta que entra numa atividade. Uma saída é mostrada por uma seta que sai de uma atividade. Uma seta conecta uma atividade a outra, mostrando o movimento do diagrama (Damij, 2007).

Uma decisão especifica os trajetos alternativos baseada em alguma expressão Booleana e é indicada por um losango. Pode haver somente um caminho para se chegar a uma decisão, mas podem existir muitos caminhos como saída. Uma decisão é um ponto em que o fluxo do processo pode tomar um dos diversos caminhos possíveis baseado em um critério definido (Damij, 2007).

Um exemplo da modelagem pela Técnica do Fluxograma é demonstrado na Figura 3.1.

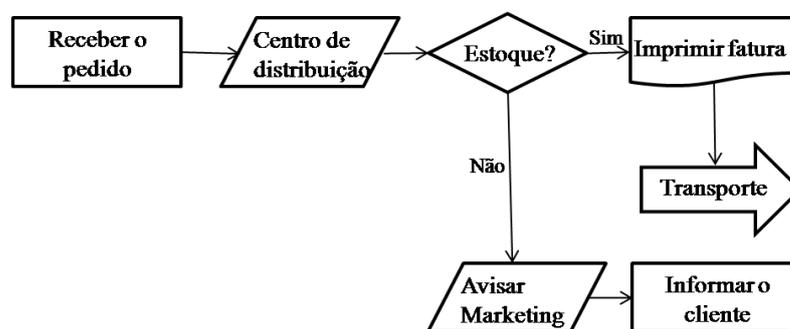


Figura 3.1 – Exemplo da Técnica do Fluxograma (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

A principal característica do fluxograma é a sua flexibilidade, pois um mesmo processo pode ser descrito de várias maneiras, uma vez que os blocos podem ser agrupados de diferentes maneiras dependendo apenas do modelador. Mas para uma boa comunicação é necessária a padronização do que os blocos significam (Aguilar-Savén, 2004).

As vantagens deste método são que ele é de fácil interpretação, é fácil reconhecer os processos que estão descritos e é muito fácil de ser usado, não é preciso muito tempo para se desenhar um esboço de um processo (Aguilar-Savén, 2004).

As desvantagens são: os fluxogramas tendem a ser muito grande, não há nenhuma diferença entre as atividades principais e secundárias, o que torna o fluxograma difícil de ler e desde que não haja nenhuma sub-regra, é difícil navegar e é difícil encontrar informação no fluxograma. Naturalmente é mais fácil seguir o curso dos eventos, mas o risco de ficar perdido é grande. Geralmente, não há nenhuma maneira de assinalar responsabilidades ou executores no fluxograma, o que torna difícil conectar as funções organizacionais (departamentos) às atividades (Aguilar-Savén, 2004).

A técnica de Fluxograma é ideal para descrever processos que precisam de um alto de nível de detalhamento. Ela também ajuda a identificar rapidamente gargalos ou incapacidades onde o processo pode ser melhorado. Entretanto ela não é muito boa para dar uma visão geral (Aguilar-Savén, 2004).

3.3.1.2 Diagrama do Fluxo de Dados (*Data Flow Diagrams*) - Técnica de Yourdon

O método do Diagrama do Fluxo de Dados (DFD) utiliza diagramas para mostrar o fluxo de dados ou informação de um lugar a outro. O DFD descreve os processos mostrando como estes processos se conectam por meio de dados e como os processos se relacionam com os usuários e o mundo exterior. Descreve o que um processo fará mais do que como será feito e cada processo pode ser explodido em sub-processos para mostrar mais detalhes (Aguilar-Savén, 2004).

O DFD foi desenvolvido no início dos anos 60 por Yourdon e é a base da análise estruturada (Aguilar-Savén, 2004).

Este método somente mostra o fluxo dos dados, não o fluxo de materiais. Ele mostra como a informação entra e sai no processo, quais as atividades mudam a informação, onde a informação é armazenada dentro do processo e o departamento a qual a atividade pertence (Aguilar-Savén, 2004).

Desta forma, os DFDs são usados no modelo funcional para especificar o significado das operações e mostrar as dependências funcionais (Aguilar-Savén, 2004). A Figura 3.2 mostra um exemplo da modelagem por DFD.

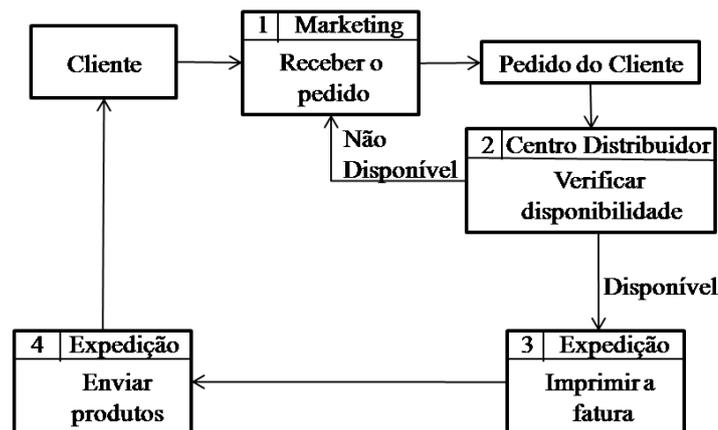


Figura 3.2 – Exemplo do Diagrama de Fluxo de Dados (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

O método do Diagrama de Fluxo de Dados é simples, fácil de compreender e fácil de melhorar ou de fazer modificações (Damij, 2007).

Os “Diagramas de Ação” são um caso especial de DFD porque introduzem dados a respeito do executor e mostram tanto o fluxo de informação quanto o fluxo de materiais. Um exemplo deste tipo de modelagem pode ser visto na Figura 3.3 (Aguilar-Savén, 2004).



Figura 3.3 – Exemplo do “Diagramas de Ação” (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

3.3.1.3 Diagrama de Papéis e Atividades (*Role Activity Diagrams*)

O Diagrama de Papéis e Atividade (RAD) é um diagrama que descreve um processo como uma rede de interações entre papéis. Um papel descreve uma sequência de etapas ou de atividades que são executadas por um agente, por um grupo ou por um departamento (Abeyasinghe & Phalp, 1997). O agente pode ser um indivíduo ou uma máquina. Um agente pode desempenhar vários papéis e um papel pode ser desempenhado por vários agentes (Aguilar-Savén, 2004).

A Figura 3.4 mostra a modelagem de um processo de compra no varejo utilizando o RAD. Este diagrama mostra dois papéis: cliente e caixa. Neste exemplo o cliente que entra na loja pode selecionar os produtos e então pagar pelo que selecionou, pode também devolver os produtos e ser reembolsado pela devolução ou pode apenas sair da loja. Durante o tempo que o cliente está dentro da loja, ele pode selecionar e/ou retornar os produtos o número de vezes que desejar até que decida sair da loja. No pagamento há uma interação entre o caixa e o cliente (Abeyasinghe & Phalp, 1997).

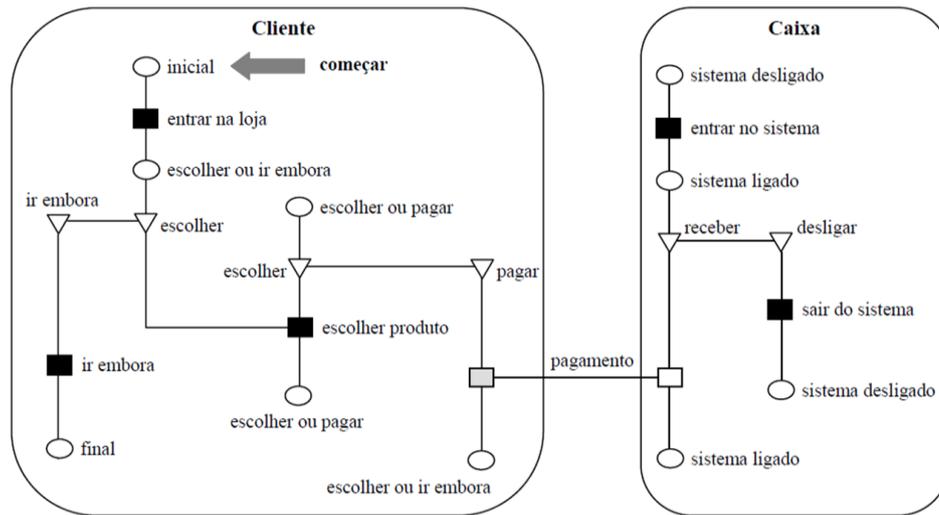


Figura 3.4 – Exemplo do RAD (Macedo & Schmitiz, 2001)

Dentro da fronteira de um papel tem uma sequência de atividades que são representadas por caixas quadradas e esta sequência é lida de cima para baixo e as atividades são conectadas por linhas-estado, estas linhas denotam os diferentes estados do papel. Os círculos são usados para etiquetar os estados e para enfatizar ainda mais esta distinção. Também servem para mostrar o modo que os papéis podem retornar aos estados precedentes (Figura 3.5) (Abeysinghe & Phalp, 1997).

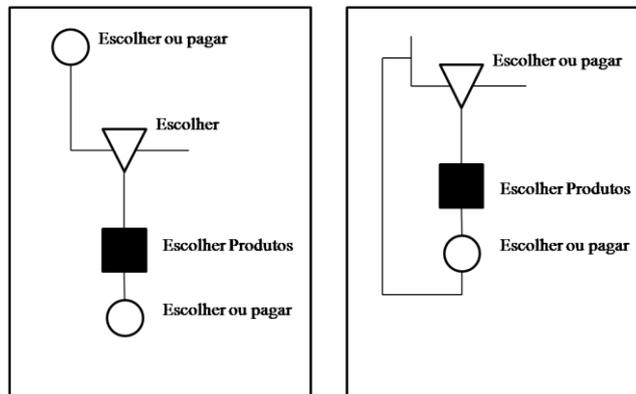


Figura 3.5 – Exemplo do Retorno ao Estado Precedente (Adaptada de Abeysinghe & Phalp, 1997)

Há dois tipos de atividades em um papel: as ações e as interações. Uma ação é uma atividade do processo que o ator do papel realiza isoladamente. Assim as ações não envolvem nenhuma ligação de comportamento com algum outro papel. E uma ação muda o estado do papel à medida que ocorre. As ações são representadas por um quadrado preenchido.

A interação entre dois papéis implica que tem o comportamento compartilhado ou comum e é representada por atividades ligadas (representadas por quadrados vazios) com diferentes papéis por uma linha horizontal. Uma interação pode mudar o estado de alguns dos papéis que estejam envolvidos com aquela interação. Por exemplo, na Figura 3.4, a interação de “pagamento” muda o estado de ambos os papéis, cliente e caixa. Antes do pagamento o cliente poderia escolher mais produtos ou pagar pelos produtos, mas não pode sair. Após o pagamento o cliente pode escolher outra vez ou partir. A atividade do pagamento muda o estado do caixa de modo que possa processar o cliente seguinte (Abeysinghe & Phalp, 1997).

A construção de caminhos alternativos onde a escolha é dependente de alguma condição (sim-não) é denotada geralmente por um triângulo invertido. Como mostrado na Figura 3.4, logo que o cliente entra na loja ele se depara com uma escolha a fazer, ele pode escolher sair da loja ou escolher produtos. Isto é representado pelos dois triângulos invertidos nomeados “escolher ou ir embora”. Uma vez que o cliente optou por escolher ele tem a oportunidade de escolher mais bens (a alternativa “escolher”) ou pagar o que já foi selecionado (alternativa “pagar”) (Abeysinghe & Phalp, 1997).

Os RADs descrevem o comportamento do papel e a sua relação com outros papéis (Abeysinghe & Phalp, 1997). Fornecem uma perspectiva distinta do processo e são úteis no apoio a comunicação. São fáceis e intuitivos de ler e compreender apresentando uma visão detalhada do processo. Com a modelagem cuidadosa, os RADs podem demonstrar como os processos interagem e descrever como os sistemas de software interagem. Os RADs são, de fato, diagramas de transição de estado do objeto usados em modelos orientados ao objeto. Eles descrevem como o papel objeto muda de estado em consequência das ações e das interações que ocorrem (Aguilar-Savén, 2004).

As desvantagens são que a técnica exclui os objetos que são manipulados pelo processo, como máquinas ou produtos, não apresenta uma visão geral dos processos, uma vez que cada processo é apresentado como uma sequência das atividades (Aguilar-Savén, 2004), apresenta dificuldade em modelar processos grandes (Luo & Tung, 1999) e não mostra o número de papéis ativos a qualquer momento. Por exemplo, um papel de caixa pode ser atuado pela mesma pessoa que atua antes como um supervisor, ou seja, os papéis apenas descrevem um tipo de comportamento a ser atuado pelo papel e não todos os comportamentos atuados pelo agente (Abeysinghe & Phalp, 1997).

3.3.1.4 Diagrama de Interação dos Papéis (*Role Interaction Diagrams*)

O Diagrama de Interação dos Papéis (RID) é o desenho de um processo resultante da combinação do RAD com o Diagrama de Interação do Objeto de Jacobson (Boma, 1996, citado por Aguilar-Savén, 2004).

As atividades são conectadas aos papéis por uma matriz. As atividades são dispostas no eixo vertical e os papéis são mostrados horizontalmente na parte superior. Para representar o processo são utilizados textos e símbolos. As linhas horizontais mostram as interações humanas (Boma, citado por Aguilar-Savén, 2004). A Figura 3.6 mostra a modelagem de um processo usando o RID.

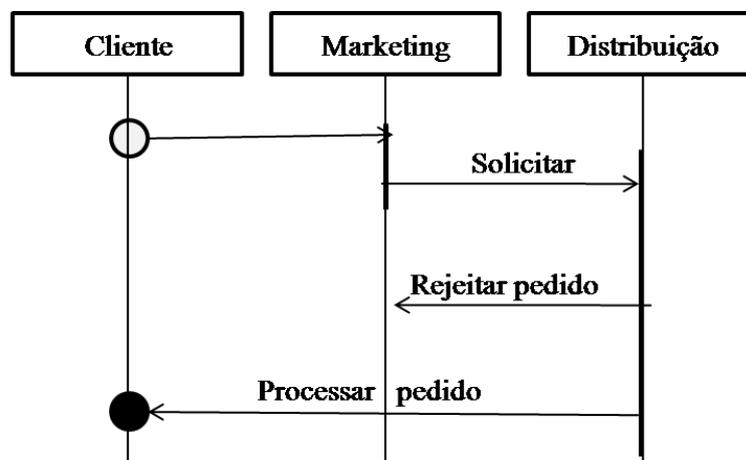


Figura 3.6 – Exemplo do Diagrama de Interação dos Papéis (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

Embora um pouco mais complexo do que a Técnica do Fluxograma, o RID é razoavelmente intuitivo de compreender e fácil de ler. Como cada atividade é limitada a um executor, as responsabilidades são bem definidas e assim a conexão com a organização é fácil de ser realizada. Devido a sua notação e habilidade de decompor as atividades, muitos processos complexos podem ser modelados (Aguilar-Savén, 2004).

Entretanto o diagrama tende a ser desarrumado, com muitas setas sendo apontadas para esquerda e para direita e é difícil de ser construído. A entrada e a saída das atividades não são modeladas, o que implica que importantes informações são perdidas. Ao editar um diagrama existente, pode ser difícil introduzir novas atividades ou papéis, pois quando uma nova atividade ou papel precisa ser inserido, grande parte do diagrama tem que ser movido para abrir espaço. O RID não é tão flexível quanto os fluxogramas, pois tem uma notação bem

rígida. Mas quando comparado com outras técnicas de modelagem o RID é flexível (Aguilar-Savén, 2004).

O melhor uso do RID é em projetos de fluxos de trabalhos e ele é usado primeiramente em processos que envolvem a coordenação do relacionamento das atividades (Aguilar-Savén, 2004).

3.3.1.5 Gráfico de Gantt

Desenvolvido em 1917 pelo engenheiro Henry Gantt, o Gráfico de Gantt relaciona uma lista de atividades à uma escala de tempo (Slack *et al*, 2002).

Ele é uma matriz que lista no eixo vertical todas as tarefas ou atividades a serem executadas em um processo, onde cada linha contém uma única identificação da atividade, que consiste geralmente em um número e em um nome. No eixo horizontal segue por uma coluna para cada período a duração estimada da atividade, o nível de habilidade necessária para executar a atividade e o nome da pessoa atribuída à atividade. Cada período pode ser expresso em horas, dias, semanas, meses ou outras unidades de tempo e em alguns casos pode ser necessário nomear as colunas do período como período 1, período 2 e assim por diante (Aguilar-Savén, 2004).

São representações gráficas muito simples, mas não mostram claramente as dependências entre atividades. Pode ser usado para representar graficamente um processo e para controlar a sua situação atual de desempenho. Entretanto o seu uso para analisar um processo é limitado (Aguilar-Savén, 2004).

3.3.1.6 IDEF

A sigla IDEF vem de *Integrated Definition for Function Modelling* e foi desenvolvido na década de 70 para o uso dentro da força aérea americana com o propósito de identificar a informação exigida para modelagem do processo (Aguilar-Savén, 2004; Damij, 2007).

IDEF é uma família de métodos capaz de modelar as necessidades de uma empresa e de suas áreas de negócio. A idéia da ferramenta é mostrar o fluxo de informações dentro dos processos (Aguilar-Savén, 2004).

A família IDEF é composta pelos métodos IDEF0, IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF3, IDEF4 e IDEF5 (IDEF, 2009). Os métodos representam diferentes tipos de modelagem, cada um com uma aplicação diferente, por exemplo: IDEF0 apresenta a função de modelagem, IDEF1 aplica-se a modelagem de informação, já IDEF1X a modelagem de dados, IDEF2 a simulação do modelo de design, IDEF3 captura a descrição do processo (Damij, 2007).

Entretanto, para a modelagem do processo de negócio, as versões mais utilizadas são IDEF0 e IDEF3 (Aguilar-Savén, 2004).

IDEF0 é uma técnica de modelagem usada para desenvolver representações gráficas que mostram o processo e as suas atividades componentes. Ela é adequada para a representação estática dos processos. IDEF0 é o processo de modelagem mais popular no mercado e foi derivado de uma linguagem gráfica chamada Técnica de *Design* e Análise Estruturada (SADT) (Aguilar-Savén, 2004).

IDEF0 é útil para estabelecer o escopo de uma análise, especialmente para uma análise funcional. Ele ajuda o modelador a identificar quais funções são executadas, o que é preciso para executar tais funções, o que o sistema atual faz corretamente e o que o sistema atual faz de errado (IDEF, 2009). Desta forma a representação gráfica mostra as atividades principais, a entrada, o controle, a saída e os mecanismos associados com cada atividade principal. Os processos também podem ser decompostos para mostrar as atividades de nível inferior (Aguilar-Savén, 2004).

Estes modelos são compostos por três tipos de informação: diagramas gráficos, texto e glossário. O componente principal é o diagrama gráfico, contendo caixas, setas, interconexões da caixa-seta e relacionamentos associados. O formato IDEF0 é mostrado na Figura 3.7 (Aguilar-Savén, 2004).

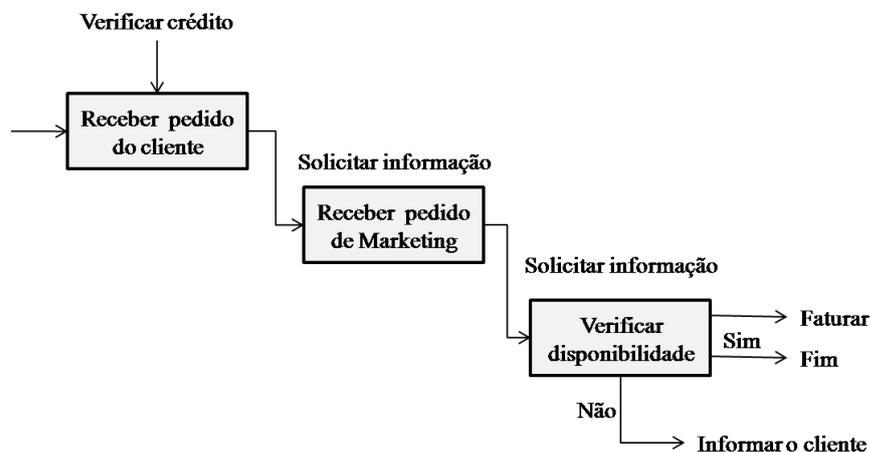


Figura 3.7 – Exemplo do IDEF0 (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

A estrutura hierárquica do IDEF0 facilita um rápido mapeamento dos processos de nível elevado. Uma desvantagem é a tendência do modelo IDEF0 ser interpretado como representação de uma sequência de atividades. Quando as atividades puderem ser colocadas em uma sequência da esquerda para direita com decomposição e conectadas com fluxos, isso

deve ser feito. É natural colocar as atividades da esquerda para direita porque, se a saída de uma atividade é usada como a entrada por outra atividade, ficam mais fáceis desenhar as caixas de atividades e as conexões ficam mais claras. Assim, sem intenção, arranjar as atividades em sequência pode ser feita no modelo IDEF0. Entretanto nos casos onde as sequências das atividades não são incluídas no modelo, os leitores do modelo podem ser tentados adicionar tal interpretação. Outra desvantagem é que os modelos são tão concisos que muitas das vezes eles só são lidos por *experts* no assunto ou por quem participou do desenvolvimento do modelo (IDEF, 2009).

Os modelos de IDEF0 são realizados frequentemente como uma das primeiras tarefas no esforço de desenvolvimento de um sistema (Aguilar-Savén, 2004).

IDEF1 é usado para a modelagem da informação, que captura visões conceituais da informação da empresa. Responde à questão: “O que se precisa saber para se fazer o que se faz?”. IDEF1X é usado para a modelagem de dados, que captura a visão lógica dos dados da empresa. É um método de modelagem para a base lógica de dados. IDEF2 é uma técnica dinâmica, uma representação no tempo da variação das características comportamentais do ambiente ou sistema e responde à questão: “quando é necessário saber, o que se precisa saber, para se fazer o que se faz?” (Aguilar-Savén, 2004).

O método IDEF3 é usado para capturar aspectos comportamentais de um processo. Fornece um mecanismo para coletar e documentar processos. IDEF3 captura relações da precedência e de causalidade entre situações e eventos fornecendo um método estruturado para expressar o conhecimento sobre como um sistema, um processo ou organização trabalha (IDEF, 2009). Ao contrário do IDEF0, IDEF3 tem sido desenvolvido para descrever processos. O primeiro mostra o que é feito na organização enquanto o último mostra como é feito (Aguilar-Savén, 2004).

A notação básica do método IDEF3 consiste em uma série de caixas, círculos e arcos que se conectam. Cada ícone possui um formulário de elaboração, que contém uma descrição do ícone, uma etiqueta de referência, detalhamento dos objetos relacionados, fatos e sua restrição (Aguilar-Savén, 2004).

IDEF3 consiste em duas modalidades de modelagem: a descrição do fluxo do processo (PFD) que descreve como o trabalho é executado na organização, como por exemplo a descrição do que acontece com uma peça enquanto percorre uma sequência de processos da manufatura e a descrição da transição do estado de objeto (OSTD) que sumariza as transições possíveis de um objeto em um processo particular. Os diagramas e textos resultantes

compreendem o que é denominado de "descrição" ao contrário dos outros métodos de IDEF cujo produto é um modelo. O método é apropriado para modelar os processos simples e complexos devido à sua habilidade de decomposição (IDEF, 2009).

Um exemplo de cada uma destas modalidades de modelagem pode ser observado nas Figuras 3.8 e 3.9, onde a situação descrita é um processo de pintura e inspeção da aplicação da primeira demão de tinta em uma peça que se transforma em um elemento de um subconjunto de um equipamento de construção.

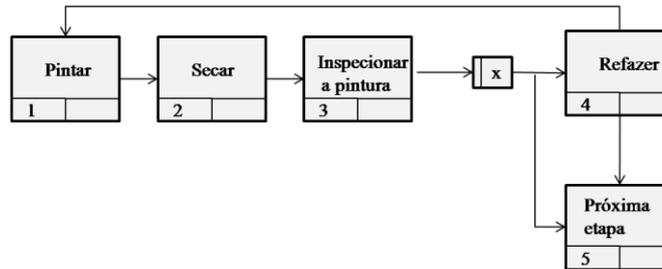


Figura 3.8 – Exemplo IDEF3 Diagrama de Descrição do Fluxo do Processo (Adaptada de IDEF, 2009)

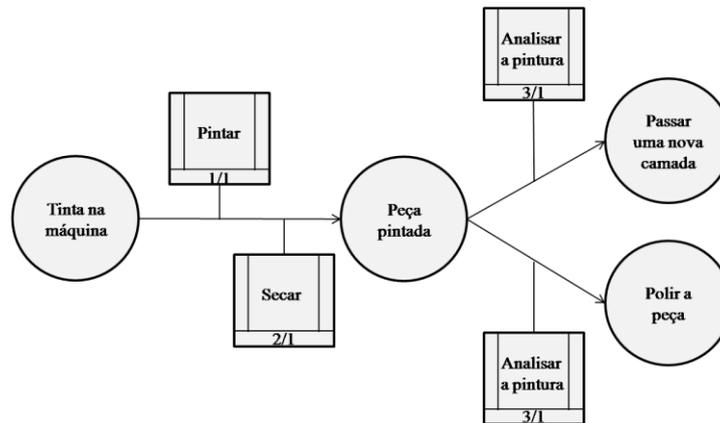


Figura 3.9 – IDEF3 Diagrama da Transição do Estado de Objeto (Adaptada de IDEF, 2009)

IDEF3 é usado em diversas áreas como a Engenharia de Processo do Negócio (BPE) e Reengenharia (BPR), processo de definição e melhoria de software e também no desenvolvimento e manutenção de software (Aguilar-Savén, 2004).

O método IDEF4 foi desenvolvido para suportar o paradigma orientado ao objeto. Suporta atualmente a modelagem para implementar C aplicações de linguagens. O método IDEF5 fornece um método teoricamente e empiricamente bem fundamentado designado especificamente a ajudar na criação, na alteração e na manutenção de *ontology*. Um *ontology* é um vocabulário do domínio completo com um conjunto de definições precisas ou de

axiomas, que confinam os significados dos termos para permitir a interpretação consistente dos dados que usam esse tipo de vocabulário (IDEF, 2009).

3.3.1.7 Rede de Petri Colorida (*Coloured Petri-net*)

A Rede de Petri Colorida (CPN) é uma linguagem gráfica orientada para a modelagem, especificação, simulação e verificação dos sistemas. É adequada para sistemas que possuem mais de um processo, quais se comunicam e são sincronizados. A Rede de Petri Colorida é uma extensão das Redes de Petri em que os símbolos são diferenciados por cores (Aguilar-Savén, 2004).

Um modelo de CPN consiste em um conjunto de módulos em que cada um contém uma rede de lugares, transições e arcos. A representação gráfica facilita a visualização da estrutura básica do complexo modelo de CPN, ou seja, compreender como os processos individuais se interage um com o outro (Aguilar-Savén, 2004).

A Rede de Petri Colorida tem uma representação matemática com uma sintaxe e semântica bem definida. Esta representação é a base para a definição de diferentes propriedades comportais e métodos de análise. O comportamento de um modelo CPN pode ser analisado, por meio da simulação (que é equivalente à execução do programa) ou por meio de métodos de análise formal (que são equivalentes ao programa verificação) (Aguilar-Savén, 2004).

A Figura 3.10 mostra uma descrição dos estados de comportamento do objeto como um exemplo do CPN. O objeto considerado na figura é “um conhecimento”, que é afetado por diferentes atividades executadas em um processo: emitir, receber ou atualizar. De acordo com estas atividades e uma série das regras o objeto mudará: esperar, passivo, inativo, etc. (Aguilar-Savén, 2004).

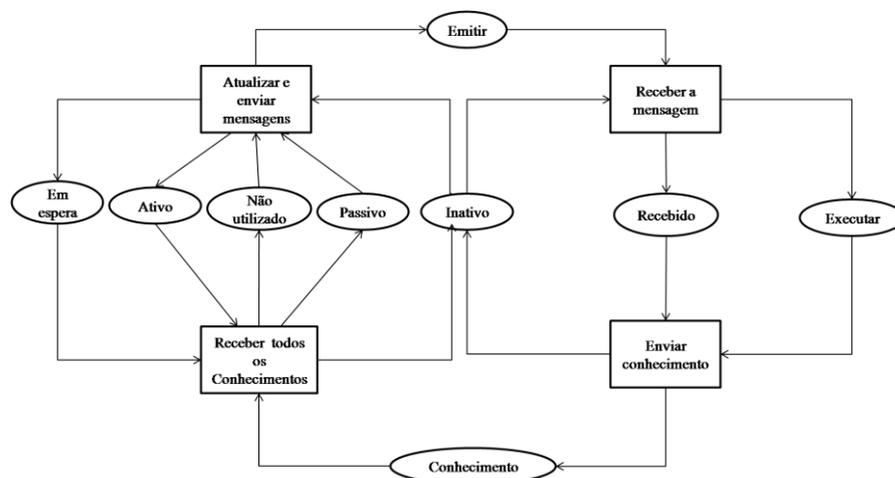


Figura 3.10 – Exemplo da Rede de Petri Colorida (Adaptada de Aguilar-Savén, 2004)

Algumas das vantagens de usar a Rede de Petri Colorida são: pode ser usada para descrever uma grande variedade de sistemas diferentes; faz descrição explícita dos estados e das ações; permite simulações interativas onde os resultados são apresentados diretamente no diagrama de CPN (Damij, 2007).

3.3.1.8 Método Orientado ao Objeto (*Object Oriented Methods*)

O Método Orientado ao Objeto (OO) é usado para descrever um sistema que trata de diferentes tipos de objetos e onde as ações tomadas dependem do tipo de objeto que está sendo manipulado. Desta forma, os Métodos OO podem ser definidos como métodos para modelar e programar um processo descrito por objetos que são transformados pelas atividades ao longo do processo. O construto fundamental é o “objeto”, que combina a estrutura de dados (atributos) e comportamento (operações) em uma única entidade (Aguilar-Savén, 2004).

Uma das principais vantagens do Método Orientado ao Objeto é a eficácia do processo para identificar e refinar objetos (Aguilar-Savén, 2004).

O Método Orientado ao Objeto é um dos principais métodos usados para o processo de modelagem, especialmente quando o modelo precisa ser representável. Há muitas técnicas diferentes baseadas em OO. As principais técnicas usadas são: (Aguilar-Savén, 2004).

- * Técnica do projeto orientado ao objeto de Booch (OOD)
- * Técnica de OOA/OOD de Coad e de Yourdon
- * Objeto de Rumbaugh que modela a técnica (OMT)
- * Técnica de Shlaer-Mellor, igualmente conhecida como análise de sistemas orientada ao objeto (OOSA).

A diferença entre estas técnicas está basicamente na sua notação (Aguilar-Savén, 2004).

A Linguagem de Modelagem Unificada (UML) é considerada a linguagem de modelagem padrão do Método OO. O método Coad e Yourdon precede a UML. UML é uma linguagem para especificar, visualizar, construir e documentar os produtos do sistema de software, também como para a modelagem do negócio e outros sistemas não-software. UML usa Método Orientado ao Objeto para modelar. O UML representa uma coleção de práticas da engenharia que apresenta um bom desempenho na modelagem de sistemas grandes e complexos (Aguilar-Savén, 2004).

O UML cobre aspectos conceituais, como processos de negócio e funções de sistema, bem como aspectos concretos, tais como as classes de linguagem de programação, esquemas da base de dados e componentes de software reutilizável (Aguilar-Savén, 2004).

O UML consiste em nove diferentes diagramas e cada diagrama mostra um aspecto estático específico ou dinâmico do sistema: Diagrama de Classe descreve a estrutura do sistema. As estruturas são construídas das classes e dos relacionamentos. O Diagrama do Objeto, expressa combinações possíveis do objeto de um diagrama de classe específico. Diagrama de *Statechart* expressa possíveis estados de uma classe (ou de um sistema). O Diagrama da Atividade descreve as atividades e as ações que ocorrem em um sistema. Diagrama de Sequência mostra uma ou diversas sequências das mensagens emitidas entre um conjunto de objetos. O Diagrama da Colaboração descreve a colaboração completa entre um conjunto de objetos. O Diagrama *Use-Case* ilustra os relacionamentos entre *user-cases*. Cada *use-case* descreve uma parte da funcionalidade do sistema total. Diagrama Componente, um caso especial do Diagrama da Classe usado para descrever componentes dentro de um sistema de software. Diagrama de Distribuição, um caso especial do Diagrama da Classe usado para descrever hardware dentro de um sistema de software (Aguilar-Savén, 2004).

3.3.1.9 Técnica do Fluxo de Trabalho (*Workflow Technique*)

O Fluxo de Trabalho (*Workflow*) é um fluxo de tarefas entre aplicações de computador ou pessoas de uma organização. Dois ou mais membros de um grupo de trabalho para atingir um objetivo comum podem definir fluxos de trabalhos bem como a execução de tarefas em série ou em paralelo. *Workflow* é mais do que uma técnica para modelar um processo é um método para analisar e melhorar um processo, incluindo sua modelagem (Aguilar-Savén, 2004).

O processo de desenvolvimento dos Fluxos de Trabalhos usa modelos de workflow para capturar a informação relevante do processo. Este processo compreende quatro estágios: Recolhimento da Informação, Modelagem do Processo de Negócio, *Workflow Modelling* e Implementação, Verificação e Execução (Aguilar-Savén, 2004).

Algumas vantagens deste modelo são: trabalhos não são esquecidos, menor tempo de aprendizado, transferência de dados, melhoria do processo, facilidade de fazer alterações, descentralização, trabalhos podem ser usados em combinação com outros sistemas. Já as desvantagens são: contato humano perdido e falta da motivação (Aguilar-Savén, 2004).

Não há nenhuma notação particular para os sistemas de Fluxo Trabalho, devido à existência de um número de linguagens do fluxo de trabalho, que objetiva descrever e especificar os fluxos de trabalhos. Desta forma cada uma destas linguagens usa uma notação específica, às vezes gráfica, para descrever os processos. As linguagens podem ser classificadas como: Linguagem baseada em Gráfico, Linguagem baseada em Rede (baseadas

em Redes de Petri) e Linguagem Workflow Programming. A Figura 3.11, por exemplo, apresenta uma descrição de um processo de Fluxo de Trabalho usando uma notação gráfica onde as setas representam o fluxo de informação e os quadrados as atividades (Aguilar-Savén, 2004).

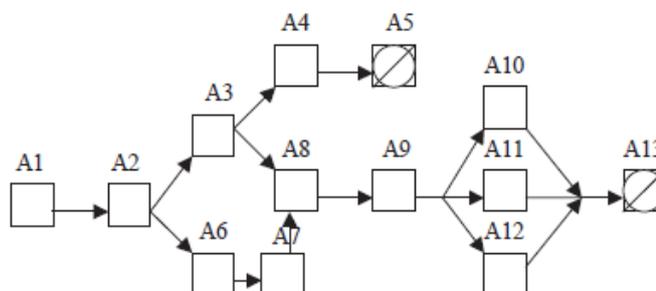


Figura 3.11 – Exemplo da Técnica do Fluxo de Trabalho (Aguilar-Savén, 2004)

3.3.2 Avaliação de Métodos para Modelagem de Processos

A avaliação dos métodos pode ser efetuada com base em qualquer uma das problemáticas mencionadas anteriormente, a depender do propósito da avaliação. Para a seleção de um método a ser aplicado poderá ser empregada a problemática de escolha. A problemática de ordenação permite a comparação dos métodos e a ordenação dos mesmos. E a classificação permite visualizar os métodos em categorias pré-definidas.

A avaliação dos métodos pode ser efetuada de duas formas, a partir do propósito:

- Avaliação Geral, para fins mais gerais; para tal serão utilizados os critérios propostos com base no estudo de Aguilar-Savén (2004), onde as desvantagens e as vantagens são comentadas para cada método de forma mais genérica.
- Avaliação Específica, para um determinado propósito, quanto ao uso de um método; para tal são utilizados critérios a serem propostos com base no objetivo específico do estudo ou aplicação a ser desenvolvida. Neste caso, são considerados os aspectos mais relevantes para o ambiente e tipo de sistema de produção que se deseja analisar.

Como exemplos de Avaliação Específica para aplicação de modelagem de processos em um tipo de sistema de produção, têm-se a escolha de um método para o desenvolvimento de um software, desenho de processos de uma indústria automobilística, dentre outras aplicações específicas. Outra utilização deste tipo de avaliação será para atividades diferentes, tais como: desenho de processos ou re-desenho ou avaliação de processos.

Numa primeira visão a Avaliação Específica corresponderia a uma problemática de escolha. Por outro lado, a problemática de classificação permitiria uma pré-análise, que subsidiaria uma escolha posterior. Neste caso, podem-se ter três categorias: mais apropriada, possivelmente adequada e não apropriada.

Já a Avaliação Geral, numa primeira visão corresponderia a uma problemática de ordenação. No entanto, devido à natureza muito genérica da avaliação, uma problemática de classificação poderia ser mais apropriada, no sentido de que agruparia vários métodos com características semelhantes sem efetuar uma clara distinção entre eles.

Neste trabalho será desenvolvida uma aplicação de Avaliação Geral, com problemática de classificação baseada no estudo de Aguilar-Savén (2004) para o estabelecimento dos critérios.

3.3.3 Classificação Geral dos Métodos de Modelagem de Processos com base no método ELECTRE TRI

A partir da Tabela 3.6, que foi construída com base no estudo de Aguilar-Savén (2004), é apresentada a Tabela 3.7, acrescentando-se critérios para avaliação dos métodos de modelagem de processos e a avaliação de cada método conforme estes critérios. À falta de informação e de dados dificulta a avaliação de alguns métodos. Foi utilizada uma escala verbal elaborada pelo analista para o julgamento dos critérios, que é apresentada na Tabela 3.5. E para os critérios que os métodos não possuíam informação por não terem sido descritos no estudo de Aguilar-Savén (2004) foi considerado o valor zero. Como a avaliação do Método Orientado ao Objeto nos critérios apresentados não pode ser realizada, uma vez que as informações encontradas no estudo de Aguilar-Savén (2004) não foram suficientes para a avaliação do método, ele não foi considerado nesta classificação.

Tabela 3.5 – Escala Verbal

Escafe verbal 1	Escala verbal 2	Escala verbal 3	Valor numérico
Muito Alto	Muito Fácil	Indica	5
Alto	Fácil	-	4
Médio	Médio	-	3
Baixo	Difícil	-	2
Muito Baixo	Muito Difícil	Não Indica	1

Tabela 3.6 – Informações sobre os Métodos para Modelagem de Processos

Critério	Fluxograma	DFD	RAD	RID	Gráfico de Gantt	IDEF0	IDEF3	CPN	Fluxo de Trabalho
Flexibilidade	Elevada	Média		Média	Baixa	Baixa	Baixa		Elevada
Interpretação	Fácil	Fácil	Não muito Fácil	Pouco difícil	Fácil	Difícil	Fácil	Difícil	Fácil
Construção	Fácil	Médio		Pouco difícil	Fácil		Difícil		Fácil
Distinção entre as atividades principais e secundárias	Não Mostra	Mostra	Não Mostra	Não Mostra	Não Mostra	Mostra		Não Mostra	Não Mostra
Indicação de responsabilidade	Não Indica	Indica	Indica	Indica	Indica	Indica			Indica
Fornece uma visão geral	Não Fornece		Não Fornece	Fornece	Não Fornece	Fornece	Não Fornece		Fornece
Dependência entre atividades	Mostra	Mostra	Mostra	Mostra	Não Mostra		Mostra	Não Mostra	Mostra
Quantidade de sistemas de suporte	52	13	1	1	5	14	14	5	108

Tabela 3.7 – Avaliação dos Métodos para Modelagem de Processos

Critério	Fluxograma	DFD	RAD	RID	Gráfico de Gantt	IDEF0	IDEF3	CPN	Fluxo de Trabalho
Flexibilidade	Muito Alto	Médio		Médio	Muito Baixo	Muito Baixo	Muito Baixo		Muito Alto
Interpretação	Muito Fácil	Muito Fácil	Fácil	Médio	Fácil	Muito Difícil	Muito Fácil	Muito Difícil	Muito Fácil
Construção	Muito Fácil	Médio		Difícil	Fácil		Muito Difícil		Muito Fácil
Distinção entre as atividades principais e secundárias	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim		Não	Não
Indicação de responsabilidade	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim			Sim
Fornece uma visão geral	Não		Não	Sim	Não	Sim	Não		Sim
Dependência entre atividades	Sim	Sim	Sim	Sim	Não		Sim	Não	Sim
Quantidade de sistemas de suporte	52	13	1	1	5	14	14	5	108

Como visto anteriormente é necessária a definição de alguns parâmetros para a aplicação do método:

- A Tabela 3.8 apresenta os perfis que representam os limites superior e inferior das classes de 1 a 3 consideradas neste presente trabalho, os quais foram definidos em função da escala apresentada na Tabela 3.5. Estas classes servirão de padrões para classificar os métodos;

Tabela 3.8 – Perfis para Classificação dos Métodos

Crítérios	Classe 1-2	Classe 2-3
Flexibilidade	4	2
Interpretação	4	2
Construção	4	2
Distinção entre as atividades principais e secundárias	4	2
Indicação de responsabilidades no fluxograma	4	2
Fornecer uma visão geral	4	2
Dependência entre atividades	4	2
Quantidade de sistemas de suporte	10	4

- Foi considerado o mesmo peso para cada critério, desta forma todos os critérios tem peso igual a 0,125. Estes pesos são obtidos por meio de julgamentos de valor coletados junto ao decisor. Neste caso todos os critérios têm a mesma importância para o decisor;
- Não foram considerados os limites de preferência (p) e indiferença (q), pois não são aplicáveis ao tipo de escala utilizada que contém valores inteiros no intervalo de 1 a 5;
- O nível de corte (λ) foi definido igual a 0,5, desta forma 0,5 é considerado como o menor valor do índice de credibilidade compatível com a afirmação de que “a sobreclassifica Ir” ou de que “Ir sobreclassifica a”.

A Tabela 3.9 apresenta o resultado considerando tanto o procedimento otimista quanto o pessimista.

Tabela 3.9 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI na Classificação dos Métodos

Métodos	Categoria Alocada	
	Otimista	Pessimista
Fluxograma	1	1
DFD	1	1
RAD	3	3
RID	2	2
Gráfico de Gantt	2	2
IDEF0	3	3
IDEF3	3	3
CPN	3	3
Fluxo de Trabalho	1	1

O agrupamento de métodos em uma mesma categoria representa que eles receberam avaliação parecida nos critérios e que, portanto apresentam características similares.

Considerando o procedimento otimista verifica-se que os métodos Fluxograma, DFD e Fluxo de Trabalho foram alocados na categoria 1, os métodos aí alocados são os possuem melhor avaliação perante os critérios. Já os métodos RID e Gráfico de Gantt foram alocados na categoria 2 e na categoria 3 foram alocados os métodos RAD, IDEF0, IDEF3 e CPN.

Considerando o procedimento pessimista, todos os processos receberam a mesma classificação.

Visto os critérios e os pesos propostos para a realização desta classificação, os métodos de modelagem foram classificados em ordem decrescente, sendo alocados na primeira categoria os métodos mais completos e ao mesmo tempo mais fáceis de serem utilizados. O resultado obtido está conforme o esperado. O Gráfico de Gantt, apesar de não ser um método utilizado para descrever e analisar processos, ele serve para controlar a situação atual de desempenho de um processo e ficou alocado na categoria 2 devido à sua facilidade de utilização e interpretação.

Caso os pesos fossem modificados, a classificação também poderia se alterar. Por exemplo, suponha que o decisor pretenda classificar os métodos de modelagem, onde ele deseje principalmente verificar a dependência entre as atividades, mas que também mostre ao mesmo tempo uma visão geral dos processos e que indique responsabilidades. Para este caso, seguem na Tabela 3.10 os novos pesos dos critérios atribuídos por este decisor. Os pesos variam de 1 a 5, onde 5 é mais importante e 1 menos importante.

Tabela 3.10 – Novos Pesos

Crítérios	Pesos
Flexibilidade	1
Interpretação	3
Construção	1
Distinção entre as atividades principais e secundárias	3
Indicação de responsabilidades	4
Fornece uma visão geral	5
Dependência entre atividades	5
Quantidade de sistemas de suporte	1

Segue na Tabela 3.11 o resultado da aplicação do método ELECTRE TRI utilizando os novos pesos.

Tabela 3.11 – Resultado da Aplicação do Método Electre TRI utilizando os novos pesos

Métodos	Categoria Alocada	
	Otimista	Pessimista
Fluxograma	3	3
DFD	1	1
RAD	1	2
RID	1	1
Gráfico de Gantt	3	3
IDEF0	1	2
IDEF3	3	3
CPN	3	3
Fluxo de Trabalho	1	1

Considerando o procedimento otimista verifica-se que os métodos DFD, RAD, RID, IDEF0 e Fluxo de Trabalho foram alocados na categoria 1. E na categoria 3 foram alocados os métodos Fluxograma, Gráfico de Gantt, IDEF3 e CPN.

Considerando o procedimento pessimista, todos os processos receberam a mesma classificação com exceção dos métodos RAD e IDEF0 que foram alocados na categoria 2.

Como mencionado anteriormente o procedimento pessimista e o otimista são diferentes, então é possível que eles venham atribuir algumas alternativas a diferentes categorias. Desta

forma o decisor, de acordo com o seu perfil (mais exigente ou menos exigente), pode adotar uma das duas classificações (Mousseau & Slowinski, 1998).

4 CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS

4.1 Conclusões

Este trabalho teve três objetivos. O primeiro foi o de desenvolver um modelo de agregação multicritério para priorização de processos baseado na interação entre os objetivos empresariais com o intuito de facilitar a tomada de decisão à respeito de qual(is) processo(s) da organização deve(m) ser primeiramente estudado(s) e melhorado(s). O segundo foi desenvolver uma aplicação deste modelo de modo a exemplificar a técnica. E o terceiro objetivo foi o de utilizar métodos de apoio a decisão multicritério para a classificação dos métodos de modelagem de processos de negócios, baseado no estudo de Aguilar-Savén (2004) para o estabelecimento dos critérios, com o propósito de organizar os métodos de modelagem de processos de negócios em categorias, servindo para uma pré-análise que subsidiaria uma escolha posterior.

Para tais fins, a abordagem de sobreclassificação foi adotada, em especial o método ELECTRE TRI que trata do tipo de problemática de classificação. Vale ressaltar que os resultados obtidos aqui não devem ser generalizados, pois eles são frutos da avaliação das alternativas, dos pesos dos critérios e dos parâmetros definidos neste trabalho. Qualquer alteração em um destes itens resulta em uma classificação diferente.

O *Redesign* do Processo de Negócio (BPR) e a Gestão de Processo de Negócio (BPM) foram discutidos. Igualmente uma revisão bibliográfica sobre BPM foi realizada, apresentando o que foi abordado e publicado em periódicos até o momento sobre este assunto.

Foi também feita uma revisão das principais técnicas de modelagem de processo de negócio com base nos estudos de Aguilar-Savén (2004) apresentado as suas principais características.

4.2 Futuros Trabalhos

Uma extensão do trabalho seria realizar a avaliação específica dos métodos de modelagem de processos onde seriam utilizados critérios a serem propostos com base no objetivo específico do estudo ou aplicação a ser desenvolvida considerando assim os aspectos mais relevantes para o ambiente e o tipo de sistema de produção que se deseja analisar.

Outra sugestão para trabalho futuro seria a avaliação geral dos métodos por meio da problemática de ordenação que tem como objetivo apoiar a decisão por meio da ordenação das alternativas em ordem decrescente de preferência.

Deve-se destacar ainda a possibilidade de modelos de decisão em grupo, especialmente acoplados com os processos de negócio colaborativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. T. Plano De Investimento Integrado Via Processos Empresariais. In: Medeiros, DD; Sicsú, AB. *Qualidade e Inovação em Serviços: Contribuições da Engenharia de Produção*. Recife, Editora Universitária, 2003, p. 77-84.
- ALMEIDA A. T. *Modelo de decisão para priorização de processos baseado na interação com os objetivos empresarias*. Relatório Interno do GPSID/UFPE, 2009.
- ALMEIDA, A. T. O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Recife, Editora Universitária da UFPE, 2010.
- ALMEIDA A. T, COSTA A. P. C. S. *Aplicações com métodos multicritério de apoio a decisão*. Recife, Editora Universitária, 2003.
- ALMEIDA, A. T, RAMOS F.S, org. *Gestão da Informação na competitividade das organizações*. 2ª ed. Recife, Editora Universitária UFPE, 2002.
- ABEYSINGHE G, PHALP K. Combining process modelling methods. *Information and Software Technology*, 39: 107-124, 1997.
- AGUILAR-SAVÉN R.S. Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90: 129-149, 2004.
- ARMISTEAD C, MACHIN S. Implications of business process management for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 17: 886-898, 1997.
- ARMISTEAD C, MACHIN S. Business process management: Implications for productivity in multi-stage service networks. *International Journal of Service Industry Management*, 9: 323-336, 1998.
- ARMISTEAD C, PRITCHARD J.P, MACHIN S. Strategic business process management for organisational effectiveness. *Long Range Planning*, 32: 96-106, 1999.
- BELTON V, GEAR T. On a shortcoming of Saaty's method of analytic hierarchies. *Omega*, 11: 228-230, 1983.
- BELTON V, STEWART T. J. *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BOMA, 1996. Process Definition. Disponível em: <<http://www.sesh.com/procdef.html>>.
- CELIK METIN. Establishing an Integrated Process Management System (IPMS) in ship management companies. *Expert Systems with Applications*, 36: 8152-8171, 2009.

- CHEN M, ZHANG D.S, ZHOU L. Empowering collaborative commerce with Web services enabled business process management systems. *Decision Support Systems*, 43: 530–546, 2007.
- CHOI I, JUNG J, MANNINO M, PARK C. Terminability and compensability of cycles in business processes with a process-oriented trigger. *Data & Knowledge Engineering*, 66: 243–263, 2008.
- CLÍMACO J.N, ANTUNES C.H, ALVES M. J. G. *Programação Linear Multiobjetivo*. Coimbra, Imprensa Universidade de Coimbra, 2003.
- COSTA H.G, SOARES A.C, OLIVEIRA P.F. Avaliação de transportadoras de materiais perigosos utilizando o método ELECTRE TRI. *Gestão & Produção*, 11: 221–229, 2004.
- DAMIJ NADJA. Business process modelling using diagrammatic and tabular techniques. *Business Process Management Journal*, 13: 70-90, 2007.
- DANG J.B, HEDAYATI A, HAMPEL K, TAW C. An ontological knowledge framework for adaptive medical workflow. *Journal of Biomedical Informatics*, 41: 829–836, 2008.
- DUSTDAR S, HOFFMANN T, van der AALST W. Mining of ad-hoc business processes with TeamLog. *Data & Knowledge Engineering*, 55: 129–158, 2005.
- ESHUIS R, GREFEN P. Constructing customized process views. *Data & Knowledge Engineering*, 64: 419–438, 2008.
- GOMES L.F.A.M, ARAYA M.C.G, CARIGNANO C. *Tomada de decisões em cenários complexos*. São Paulo, Pioneira Thompson Learning, 2004.
- GOMES L.F.A.M, GOMES C.F.S, ALMEIDA A.T. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. Rio de Janeiro, Editora Atlas, 2009, 3a Edição.
- GREFEN P, MEHANDJIEV N, KOUVAS G, WEICHHART G, ESHUIS R. Dynamic business network process management in instant virtual enterprises. *Computers in Industry*, 60: 86–103, 2009.
- GREGORIADES ANDREAS, SUTCLIFFE ALISTAIR. A socio-technical approach to business process simulation. *Decision Support Systems*, 45 – 1017-1030, 2008.
- GUIMARAES T. Empirically testing the antecedents of BPR success. *International Journal of Production Economics*, 50: 199-210, 1997.
- GULLEDGE THOMAS R. JR, SOMMER RAINER A. Business process management: public sector implications. *Business Process Management Journal*, 8: 364-376, 2002.
- HA B.H, BAE J, PARK Y.T, KANG S.H. Development of process execution rules for workload balancing on agents. *Data & Knowledge Engineering*, 56: 64–84, 2006.
- HAN K.H, KANG JG, SONG M. Two-stage process analysis using the process-based performance measurement framework and business process simulation. *Expert Systems with Applications*, 36: 7080–7086, 2009.

- HOFACKER I, VETSCHERA R. Algorithmical approaches to business process design. *Computers & Operations Research*, 28: 1253-1275, 2001.
- IDEF, 2009. Integrated Definition Methods web page: <<http://www.idef.com>> Acesso em: 11 out 2009.
- JARVENPAA S.L, STODDARD D.B. Business process redesign: Radical and evolutionary change. *Journal of Business Research*, 41: 15-27, 1998.
- JUNG J.J. Semantic business process integration based on ontology alignment. *Expert Systems with Applications*, 36: 11013–110, 2009.
- KIM K.H, KIM Y.G. Process reverse engineering for BPR: A form-based approach. *Information & Management*, 33: 187-200, 1998.
- KO RYAN K.L., LEE STEPHEN S.G, LEE ENG WAH. Business process management (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal*, 15: 744-791, 2009.
- KOCK NED, VERVILLE JACQUES, DANESH-PAJOU AZIM, DELUCA DORRIE. Communication flow orientation in business process modeling and its effect on redesign success: Results from a field study. *Decision Support Systems*, 46: 562-575, 2009.
- KUMAR V, SMART P.A, MADDERN H, MAULL R.S. Alternative perspectives on service quality and customer satisfaction: the role of BPM. *International Journal of Service Industry Management*, 19: 176-187, 2008.
- LEE R.G, DALE B.G. Business process management: a review and evaluation. *Business Process Management Journal*, 4: 214-225, 1998.
- LINDSAY A, DOWNS D, LUNN K. Business processes - attempts to find a definition. *Information and Software Technology*, 45: 1015-1019, 2003.
- LIU C.F, LI Q, ZHAO X.H. Challenges and opportunities in collaborative business process management: Overview of recent advances and introduction to the special issue. *Information Systems Frontiers*, 11: 201-209, 2009.
- LOURENÇO R.P, COSTA J.P. Using ELECTRE TRI outranking method to sort MOMILP nondominated solutions. *European Journal of Operational Research*, 153: 271-289, 2004.
- LU R.P, SADIQ S, GOVERNATORI G. On managing business processes variants. *Data & Knowledge Engineering*, 68: 642–664, 2009.
- LUO W, TUNG Y. A framework for selecting business process modeling methods. *Industrial Management & Data Systems*, 99: 312-319, 1999.
- MACEDO RODRIGO, SCHMITZ EBER ASSIS. Modelagem de Processos, mapeamento do paradigma gráfico para um formal. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DO CONHECIMENTO, Rio de Janeiro, 2001. *SPOLM 2001*. 1. p. 1-12.
- MADDERN H, MAULL R, SMART A. Customer satisfaction and service quality in UK financial services. *International Journal of Operations & Production Management*, 27: 998-1019, 2007.

- MANSAR S.L, REIJERS H.A. Best practices in business process redesign: validation of a redesign framework. *Computers in Industry*, 56: 457-471, 2005.
- MANSAR SELMA LIMAM, REIJERS HAJO, OUNNAR FOUZIA. Development of a decision-making strategy to improve the efficiency of BPR. *Expert Systems with Applications*, 36: 3248-3262, 2009.
- MARINS C.S, FREITAS A.L.P, SOUZA D.O. Proposta de uma abordagem multicritério para a avaliação e classificação da qualidade do transporte público por ônibus segundo uma abordagem multicritério. In: ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007.
- MERAD M.M, VERDEL T, ROY B, KOUNIALI S. Use of multi-criteria decision-aids for risk zoning and management of large area subjected to mining-induced hazards. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19: 125-138, 2004.
- MIRANDA C. M. G de, ALMEIDA A. T de. Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI: o caso de engenharias III da capes. *Revista Produção*, 13: 101-112, 2003.
- MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R. Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of Global Optimization*, 12: 157-174, 1998.
- NEUBAUER THOMAS. An empirical study about the status of business process management. *Business Process Management Journal*, 15: 166-183, 2009.
- NEWELL S, SWAN J, ROBERTSON M. A cross-national comparison of the adoption of business process reengineering: fashion-setting networks?. *Journal of Strategic Information Systems*, 7: 299-317, 1998.
- PAIM R, CARDOSO V, CAULLIRAUX H, CLEMENTE R. *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Porto Alegre, Editora Bookman, 2009.
- PHALP K, SHEPPERD M. Quantitative analysis of static models of processes. *Systems and Software*, 52: 105-112, 2000.
- PRITCHARD JEAN-PHILIP, ARMISTEAD COLIN. Business process management – lessons from European business. *Business Process Management Journal*, 5: 10-35, 1999.
- RAMESH B, JAIN R, NISSEN M, XU P. Managing context in business process management systems. *Requirements Engineering*, 10: 223-237, 2005.
- REIJIERS H.A, MANSAR S.L. Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. *Omega-International Journal of Management Science*, 33: 283-306, 2005.
- ROY B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SENTANIN ODEMILSON FERNANDO, SANTOS FERNANDO CÉSAR ALMADA, JABBOUR CHARBEL JOSÉ CHIAPPETTA. Business process management in a Brazilian public research centre. *Business Process Management Journal*, 14: 483-496, 2008.

- SILVESTRO R, WESTLEY C. Challenging the paradigm of the process enterprise: a case-study analysis of BPR implementation. *Omega-International Journal of Management Science*, 30: 215-225, 2002.
- SLACK N, CHAMBERS S, JOHNSTON R. *Administração da Produção*. 2ª ed. São Paulo, Editora Atlas, 2002.
- SONG M, van der AALST W.M.P. Towards comprehensive support for organizational mining. *Decision Support Systems*, 46: 300–317, 2008.
- SZAJUBOK N. K, ALENCAR L. H, ALMEIDA A. T. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. *Pesquisa Operacional*, 26: 625-648, 2006.
- van der AALST W.M.P, BENATALLAH B, CASATI F, CURBERA F, VERBEEK E. Business process management: Where business processes and web services meet. *Data & Knowledge Engineering*, 61: 1–5, 2007.
- VERGIDIS K, TIWARI A, MAJEED B. Business process improvement using multi-objective optimization. *BT Technology Journal*, 24: 229-235, 2006.
- VERGIDIS K, TIWARI A, MAJEED B, ROY R. Optimisation of business process designs: An algorithmic approach with multiple objectives. *International Journal of Production Economics*, 109: 105-201, 2007.
- VERGIDIS K, TURNER C.J, TIWARI A. Business process perspectives: Theoretical developments vs. real-world practice. *International Journal Production Economics*, 114: 91–104, 2008.
- VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Londres, John Wiley & Sons, 1992.
- WANG M.H, WANG H.Q. From process logic to business logic—A cognitive approach to business process management. *Information & Management*, 43: 179–193, 2006.
- WESKE M, van der AALST W.M.P, VERBEEK H.M.W. *Advances in Business Process Management*. Data and Knowledge Engineering, 50: 1–8, 2004.
- WU IL. A model for implementing BPR based on strategic perspectives: an empirical study. *Information & Management*, 39: 313-324, 2002.
- YU W. Aide multicritère à la décision dans le cadre de la problématique du tri, Université de Paris-Dauphine, 1992 (Ph.D. Thesis).
- ZOPOUNIDIS C, DOUMPOS M. Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 138: 229-246, 2002.

ANEXO 1

ANEXO 2