

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS A EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À
DECISÃO PARA SELEÇÃO DE TRAINEES BASEADO NA
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO**

BRUNO NASCIMENTO SANTOS
Orientadora: Profa. Dra. Adriana Z. Clericuzi

RIO TINTO - PB
2013

S237d Santos, Bruno Nascimento.
Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para seleção de *trainees*
baseado na abordagem multicritério / Bruno Nascimento Santos.– Rio Tinto:
[s.n.],
2013.
67f.: il. –
Orientadora: Adriana Zenaide Clericuzi.
Monografia (Graduação) – UFPB/CCAЕ.

1. Informática. 2. Tecnologia da informação. 3 Sistema de Apoio a Decisão
(SAD) – Desenvolvimento. I.Título.

UFPB/BS-CCAЕ CDU: 004(043.2)

RESUMO

Atualmente as organizações estão sendo palco de profundas mudanças na área da tomada de decisão; não há processo decisório onde riscos e incertezas não estejam presentes. Conhecer bem o ambiente empresarial para se antecipar aos problemas é o caminho mais saudável para minimizar as consequências desagradáveis geradas pelas decisões erradas. Para que haja sucesso na execução da decisão é necessário maximizar o nível das informações repassadas aos gestores envolvidos no processo decisório. Na busca por melhores resultados, as organizações vêm inserindo cada vez mais recursos de tecnologia da informação para auxiliar seus processos, quer seja no apoio operacional, quer seja nas áreas mais estratégicas do negócio. Os Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) vêm se tornando uma ferramenta computacional importante que enfatiza o uso de modelos matemáticos capazes de manipular um grande volume de dados, por meio de abordagens de otimização e heurística. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um SAD que utilizará uma técnica multicritério para ajudar a solucionar um problema específico de seleção ao cargo de *trainee* na empresa PBSOFT utilizando o método ELECTRE I que fornece a possibilidade de explorar o problema de decisão a luz dos critérios e pesos estabelecidos pelo tomador de decisão.

Palavras chave: Informação, Decisão, Multicritério, ELECTRE.

ABSTRACT

Currently organizations are undergoing profound changes in decision-making process, risks and uncertainties are always present in the decision process. Being familiar with the environment business to anticipate the problems is the healthiest way to minimize the unpleasant consequences generated by wrong decisions. To succeed in decision it is necessary to maximize the level of information passed to the managers involved in the decision process. In the search for better outcomes, organizations have been increasingly entering the information technology resources to support their processes, whether in operational support, whether in the most strategic areas of the business. The Decision Support Systems (DSS) has become an important computational tool that emphasizes the use of mathematical models to handle a large volume of data by means of optimization and heuristic approaches. This work aims to develop a DSS that uses a multicriteria technique to support a specific problem of selection for the trainee post in the PBSOFT company using ELECTRE I method to provide the possibility to explore the decision problem under to the criteria and weights set by the decision maker.

Keywords: Information, Decision, Multicriteria, ELECTRE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Níveis de decisão organizacional,	6
Figura 3.2: Sistemas baseados em computador	7
Figura 3.3: Sistemas de informação	7
Figura 3.4: Tipologia de sistemas de informação	8
Figura 3.5: Sistemas de processamento transacional	9
Figura 3.6: Sistemas de informação gerencial	10
Figura 3.7: Fluxo do SPT para SIG	10
Figura 3.8: Sistemas de apoio à decisão	11
Figura 3.9: Detalhamento do SAD	13
Figura 2.1: Ferramentas de seleção	16
Figura 2.2: Seleção 2012	19
Figura 2.3: Detalhamento das Etapas do Processo de Seleção	20
Figura 2.4: Modelo tradicional versus Modelo Proposto de Seleção 2014	21
Figura 4.1: Realidade versus Modelo	25
Figura 4.2: Banco de Modelos	27
Figura 4.3: Fluxo dos modelos de sobreclassificação	28
Figura 4.4: Problemática de escolha	31
Figura 4.5: Passos ELECTRE I	34
Figura 4.6: Sistema de Tomada de Decisão	40
Figura 4.7: Estrutura hierárquica do modelo	41
Figura 4.8: Fluxograma do Planejamento da Pesquisa	42
Figura 5.1: Diagrama de Casos de Uso	45
Figura 5.2: Modelo Físico do Banco de Dados	47
Figura 5.3: Tela de Login	48
Figura 5.4: Tela Inicial	49
Figura 5.5: Definição dos Pesos dos Critérios	49
Figura 5.6: Ajuste dos Limiáres	50
Figura 5.7: Exibição dos Resultados	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Matriz de Avaliação com Pesos dos Objetivos	35
Tabela 4.2: Matriz Decisão de Avaliação	37
Tabela 4.3: Matriz de Payoff Normalizada	37
Tabela 5.1: Requisitos Não Funcionais.....	44

LISTA DE EQUAÇÕES

4.1	Conjunto de Pesos.....	30
4.2	Índice de Concordância.....	31
4.3	Índice de Discordância.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS, METODOLOGIA E QUESTÕES DE PESQUISA	2
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	2
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	2
1.2	QUESTÕES DE PESQUISA	2
1.3	METODOLOGIA	3
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1	TOMADA DE DECISÃO	5
2.2	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	6
2.3	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	8
2.3.1	<i>Sistemas de Processamento Transaccional (SPT)</i>	9
2.3.2	<i>Sistemas de Informação Gerencial (SIG)</i>	10
2.3.3	<i>Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)</i>	11
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	14
3	SELEÇÃO DE PESSOAL	15
3.1	RESUMO DAS FERRAMENTAS TRADICIONAIS	15
3.2	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO	17
3.3	O PROBLEMA DE PESQUISA	18
3.4	PROCESSO 2012	19
3.5	PROPOSTA 2014	21
3.5.1	<i>Perfil e Critérios</i>	22
3.6	SELEÇÃO PESSOAL E DECISÃO MULTICRITÉRIO	23
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	24
4	ABORDAGEM QUANTITATIVA	24
4.1	BANCO DE MODELOS	25
4.2	DECISÃO MULTICRITÉRIO	27
4.3	FAMÍLIA DE MÉTODOS ELECTRE	30
4.3.1	<i>Problemáticas de Referência</i>	31
4.3.2	<i>Modelagem de Preferência</i>	32
4.3.3	<i>Escolha do Método Multicritério</i>	32
4.4	O MÉTODO ELECTRE I	33
4.5	APLICAÇÃO DO MÉTODO	36
4.6	TRABALHOS RELACIONADOS	40
4.6.1	<i>Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Aplicado ao uso Múltiplo de Reservatórios: Estudo da Barragem do Ribeirão João Leite</i>	40
4.6.2	<i>Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para Priorização de Projetos em Saneamento</i>	41
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	42
5	DESCRIÇÃO APLICATIVO	43
5.1	CARACTERÍSTICA GERAL	43
5.2	DESCRIÇÃO SUCINTA	43
5.3	DESCRIÇÃO DETALHADA	43
5.3.1	<i>Requisitos Não-Funcionais</i>	44
5.3.2	<i>Identificação dos Atores do Sistema</i>	45
5.3.3	<i>Diagrama de Casos de Uso</i>	45
5.3.4	<i>Descrição dos Casos de Uso</i>	46
5.3.5	<i>Modelo Físico do Banco de Dados</i>	47
5.3.6	<i>Apresentação do Sistema</i>	48
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	51

6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
7	APÊNDICE I	57

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a gestão de recursos humanos constitui uma tarefa importante na estratégia das organizações, por esse motivo o processo de seleção de pessoal se torna tão importante. A área responsável pelo recrutamento e seleção é a Gestão de Pessoas que irá disponibilizar a vaga para filtrar as pessoas com perfil desejado pela organização para o cargo que será ocupado. O principal objetivo é selecionar um candidato de acordo com o cargo e as necessidades da empresa. As pessoas podem ampliar ou limitar as forças e fraquezas de uma organização, dependendo da maneira como elas desempenham suas funções no dia-dia.

A cada ano o número de a oferta de candidatos tem aumentado no mercado de trabalho, pois as instituições de ensino têm aumentado o número de qualificações e disponibilizado mais indivíduos no mercado de trabalho, apesar disso a seleção de candidatos torna-se uma tarefa complicada quando o alvo é profissional na área de TI, pois esse indivíduo trabalha com ferramentas computacionais diversas, desenvolvimento sistemas, emprego de linguagens de programação e de metodologias de construção de projetos de *softwares*, entre outros.

A contratação desse tipo de especialista revela-se muito dispendiosa em termos de tempo e dinheiro, e várias organizações não dispõem desses recursos, então elas tendem a contratar profissionais que não estão adequados aos critérios desejados para vaga. Normalmente o processo de seleção é feito por análise curricular, mas será que esse é o método mais adequado quando se fala em profissionais com requisitos tão específicos? Em quanto se pode reduzir o grau de incerteza do processo de seleção para um analista de sistemas, de forma a permitir a escolha do profissional mais adequado a organização? Sem dúvida, não é nada fácil decidir qual será o profissional mais adequado para compor uma equipe.

Os processos seletivos ainda se concentram em análises curriculares detalhadas que valorizam muito a formação acadêmica e a experiência anterior dos candidatos do que outros critérios desejados pelo gerente da equipe em que esse profissional irá trabalhar. É preciso ir além das tradicionais análises de curriculares e entrevistas, dando lugar a uma busca das características preferidas pelos gerentes de equipe da organização. Esse processo de tomada de decisão deve-se apoiar em algum padrão ou critério para adquirir alguma validade. O padrão ou o critério é geralmente extraído a partir das características que normalmente é elaborada pelo gerente de nível estratégico ou o próprio dono da empresa.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um SAD que utilizará uma técnica multicritério para ajudar a solucionar um problema específico de seleção ao cargo de *trainee* na empresa PBSOFT utilizando o método ELECTRE I que fornece à possibilidade de explorar o problema de decisão a luz dos critérios e pesos estabelecidos pelo tomador de decisão que é um analista de sistemas e proprietário da empresa.

1.1 OBJETIVOS, METODOLOGIA E QUESTÕES DE PESQUISA.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é desenvolver um SAD que utilizará uma técnica multicritério para ajudar a solucionar um problema específico de seleção ao cargo de *trainee*.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

1. Realizar investigação específica dos sistemas de apoio à decisão;
2. Fazer levantamento bibliográfico dos temas: sistemas de informação e decisão multicritério;
3. Definir a relevância do banco de modelo para tomada de decisão estratégica;
4. Descrever o modelo multicritério ELECTRE I através da metodologia MCDA;
5. Apresentar os principais procedimentos para o desenvolvimento do *software* usando o modelo multicritério ELECTRE I;
6. Apresentar proposta de seleção de pessoal utilizando modelo multicritério ELECTRE I;
7. Produzir a documentação do *software* desenvolvido;

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

- QP01. Porque utilizar o modelo ELECTRE I como mais uma ferramenta de seleção de candidatos?
- QP02. Quais as principais dificuldades para implementação de um banco de modelos num *software*?

1.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas para fortalecer o estudo e desenvolvimento do SAD. Assim, o mesmo foi dividido nas seguintes etapas:

- Etapa I – Entender o domínio do problema que será estudado, detalhando no tema de seleção de pessoal;
- Etapa II – Fazer uma revisão bibliográfica em análise de artigos, livros, revistas científicas sobre os temas: tomada de decisão, sistemas de informação, SAD, decisão multicritério e método ELECTRE I;
- Etapa III – Fazer uma aplicação prática para melhorar o entendimento do método;
- Etapa IV – Entender o contexto e o domínio no qual o *software* será desenvolvido;
- Etapa V – Desenvolver o protótipo de *software*;
- Etapa VI – Fazer a apresentação dos resultados.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma:

- O capítulo dois apresenta discussão sobre o tema seleção de pessoal, descrevendo o cenário o problema de pesquisa do TCC, mostrando como foi o processo de seleção de candidatos em 2012 e fazendo uma proposta para o processo de seleção de 2014;
- O capítulo três apresentará a fundamentação teórica, abordando temas como tomada de decisão, sistemas de informação e sistemas de apoio à decisão;
- O capítulo quatro apresenta a abordagem quantitativa do banco de modelos e detalhada o tema entrando na decisão multicritério e no método ELECTRE I;
- O capítulo cinco mostra a descrição aplicativo desenvolvido, juntamente com sua característica geral, descrição sucinta e descrição detalhada;

- Por fim, o capítulo seis apresenta algumas considerações finais do trabalho e perspectivas para futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão apresentadas considerações a respeito da tomada de decisão organizacional. Na sequência, será abordado o tema sistemas de informação e mais precisamente são feitas considerações a respeito dos sistemas de apoio a decisão.

2.1 TOMADA DE DECISÃO

A tomada da decisão está presente no dia-a-dia de qualquer indivíduo, desde as decisões mais simples, como a escolha do que vestir ou do que comer, até as mais complexas, como a compra de um imóvel. Normalmente quando um indivíduo faz escolhas corretas, a ele é atribuída à dádiva da sorte, pois sem explicação racional esse indivíduo sempre consegue escolher as melhores alternativas. No passado o ato de decidir estava relacionado ao lado espiritual, aos oráculos, jogos de cartas ou até mesmo a bola de cristal, tudo isso, sempre na tentativa de antever o futuro. Para Bernstein (1997), o avanço da ciência e o estudo da probabilidade trouxe uma evolução decisiva no campo das previsões e da racionalidade humana. A partir do estudo dos números, podem-se fazer simulações a respeito dos cenários futuros com resultados aceitáveis ou até mesmo ótimos.

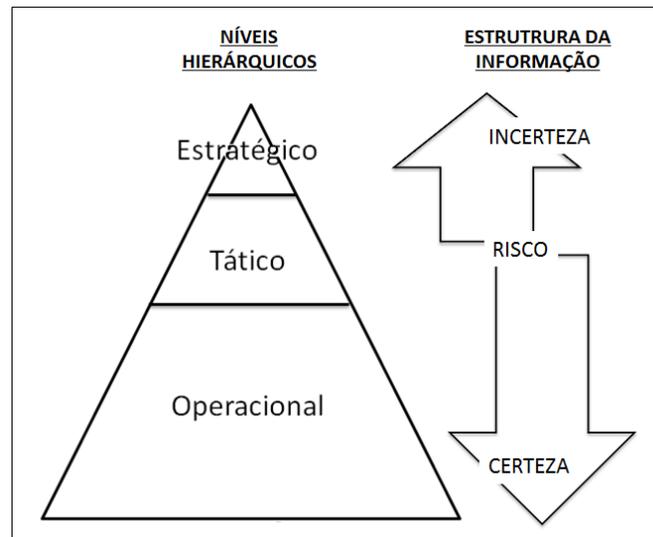
Nos dias de hoje, muitos modelos de tomada de decisão são baseados na utilização dos métodos quantitativos que apoiam o processo de escolha de alternativas, e são importantes quando a questão é reduzir as incertezas num problema, sobretudo, quando esse problema é complexo. No ambiente empresarial os profissionais lidam frequentemente com situações difíceis, onde é necessário fazer escolhas com bases limitadas de informação. Para Kamel (2001) a tomada de decisão é o núcleo da visão administrativa e o ato de decidir significa selecionar dentre várias alternativas por aquela que seja ou pareça a mais adequada.

Segundo Power (2002) a atuação dos gerentes de nível estratégico nas organizações vem mostrando que esses não trabalham num ambiente sem rotina fixa e lidam com problemas diversos. Esses profissionais se deparam com problemas difíceis e precisam fazer escolhas com bases limitadas de informação em problemas não muito claros. Assim, os tomadores de decisão não têm como escolher de forma ideal num ambiente com tanta incerteza. Para Simon (1980) existem três níveis de decisão organizacional (figura 3.1):

- 1º Nível: Decisões estratégicas que são aquelas relacionadas com a tomada de decisão em nível institucional;

- 2º Nível: Decisões táticas que são tomadas em nível organizacional intermediário, normalmente relacionado à alocação e distribuição de recursos da empresa.
- 3º Nível: Decisões operacionais que são relacionadas ao nível operacional, ou seja, encarregadas de realizar tarefas técnicas.

Figura 2.1: Níveis de decisão organizacional,



Adaptado de Maximiano (2000).

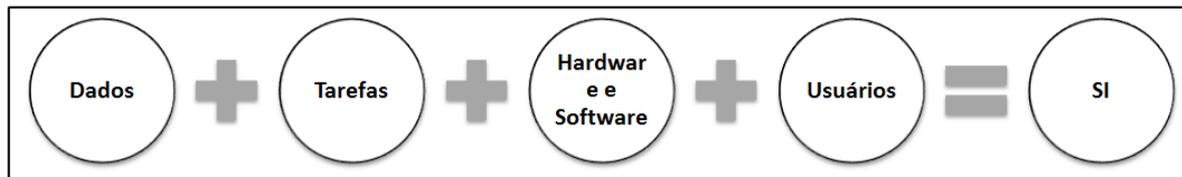
As decisões de nível estratégico normalmente são tomadas pela alta gerência e tendem a ser abrangentes e a apresentar muitas variáveis. As decisões táticas são elaboradas pela gerência de nível médio, que frequentemente auxiliam a alocação e controle de recursos. Já as decisões operacionais estão relacionadas com a seleção e orientação de decisões de curto prazo, encontrados nos níveis subordinados da organização (POWER, 2002). A invenção dos computadores e o desenvolvimento de novas tecnologias da informação e comunicação fizeram com que fosse possível para os responsáveis pela tomada de decisão ter acesso, utilizar, manipular e avaliar mais informações do que jamais se imaginou na história. A seguir serão mostradas as definições e classificação dos Sistemas de Informação.

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Devido à evolução na Tecnologia da Informação (TI) os computadores estão cada vez mais presentes nas organizações, melhorando o rendimento das atividades diárias das rotinas administrativas. Isso ocorre por que eles processam dados infinitamente mais rápido que os seres humanos, ou seja, são mais produtivos, cometem menos erros e tem mais precisão. Para

Gordon e Gordon (2006) um sistema baseado em computador ou Sistemas de Informação (SI) é aquele que automatiza a realização de atividades humanas através do processamento de informações. Pode-se dizer que um sistema baseado em computador é caracterizado por: *Hardware*, *Software*, Dados, Usuários, Tarefas e Documentação (figura 3.2).

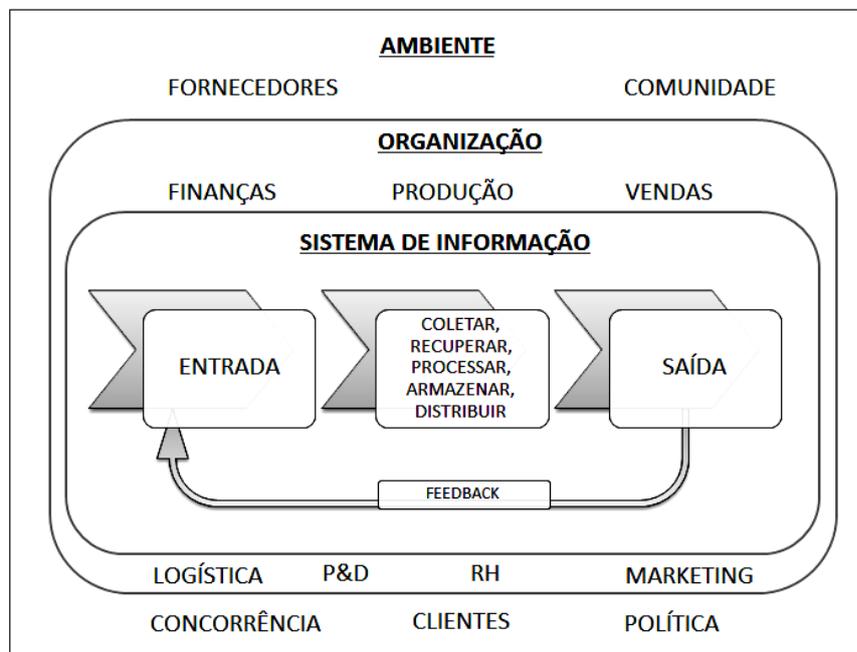
Figura 2.2: Sistemas baseados em computador



Adaptado de Gordon e Gordon (2006).

Turban e Aronson (2007) apresentam os SI como um tipo específico de sistema que pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados, trabalhando juntos para coletar, processar, armazenar e distribuir informação com o propósito de facilitar o controle, o planejamento, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (figura 3.3).

Figura 2.3: Sistemas de informação



Adaptado de Laudon e Laudon (2004).

Para Laudon e Laudon, (2004) um SI pode ser definido com um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informações com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em organizações e outras organizações.

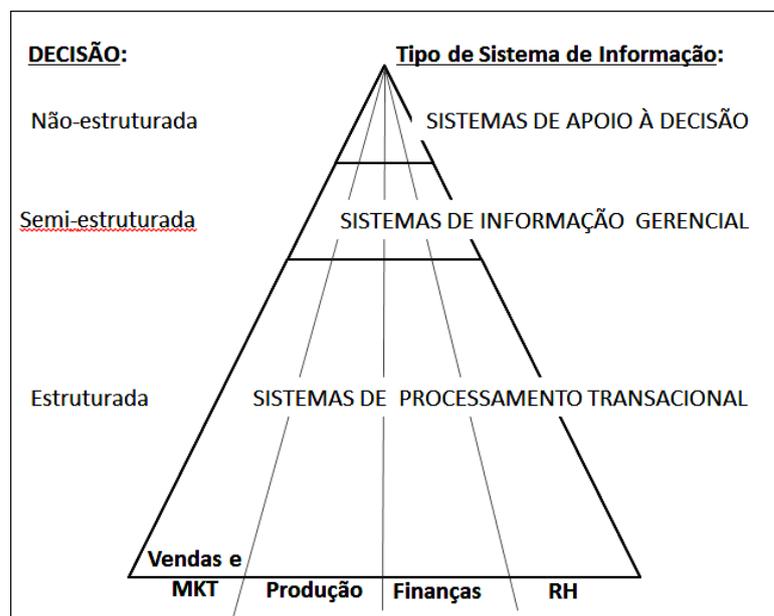
Seguindo a mesma idéia, O'Brien (2001) diz que o SI é um conjunto organizado de pessoas, hardware, *software*, redes de comunicações e recursos de dados que coleta, transforma e dissemina informações em uma organização.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A importância e o conceito dos SI evoluíram nos últimos anos, eles passaram por várias fases, desde a operacionalização das tarefas rotineiras, passando pela integração entre os diversos sistemas de informação na empresa, até o suporte ao gerenciamento. Desta forma, é possível classificar os sistemas de informação sob a ótica dos níveis de decisão que obedecem à hierarquia padrão existente na maioria das organizações.

De acordo com Stair (1998) e O'Brien (2001) pode-se classificar os SI em três tipos distintos em relação a tomada de decisão (figura 3.4):

Figura 2.4: Tipologia de sistemas de informação



Adaptado de Stair (1998).

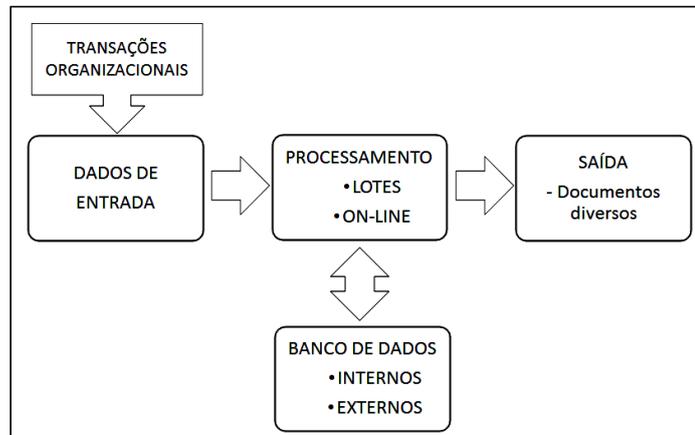
- a) Sistemas de Processamento Transacional (SPT)
- b) Sistemas de Informação Gerencial (SIG)
- c) Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)

É importante ressaltar, que nem sempre os SI podem ser enquadrados com exatidão em uma dessas classes, muitas vezes eles mesclam características diferentes de outras abordagens para sistemas de informação.

2.3.1 Sistemas de Processamento Transacional (SPT)

Apoiam o nível operacional da organização, onde tarefas, recursos e objetivos são pré-definidos e estruturados. Os aspectos importantes a respeito desse tipo de sistema são que eles definem a fronteira entre a organização e o seu meio ambiente e são os maiores produtores de informação (banco de dados) para os outros tipos de SI (figura 3.5)

Figura 2.5: Sistemas de processamento transacional



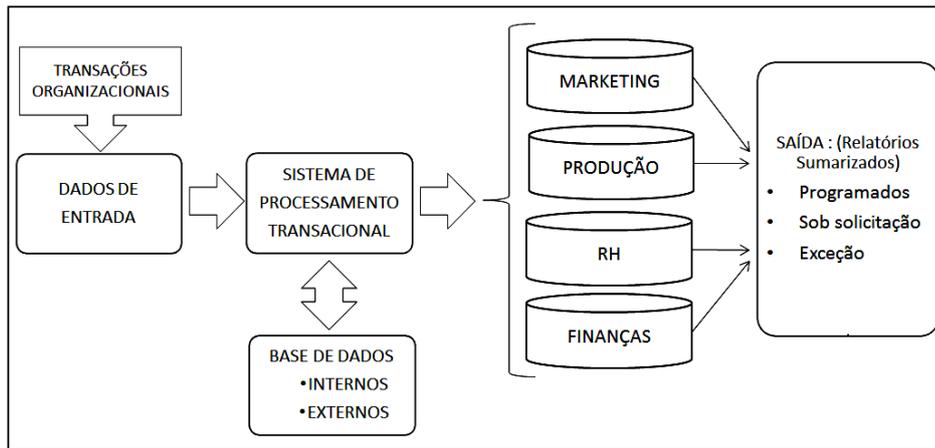
Adaptado de Laudon e Laudon (2004).

Para Rossini (2006) o SPT estabelece o desempenho e os resultados diários de todas as rotinas necessárias para elaboração dos negócios da empresa e tem como características a manipulação de grande quantidade de dados de entrada e saída e necessidade de processamento eficiente para suportar essa grande quantidade de dados.

2.3.2 Sistemas de Informação Gerencial (SIG)

Servem às funções de planejamento, controle e tomada de decisão de nível tático e em geral, condensam informação obtida dos SPT e apresentam informações em forma de relatórios sumarizados que têm pouca capacidade analítica. Podendo ser relatórios programados, sob solicitação e de exceção, geram relatórios de saída com formatos fixos e padronizados (figura 3.6).

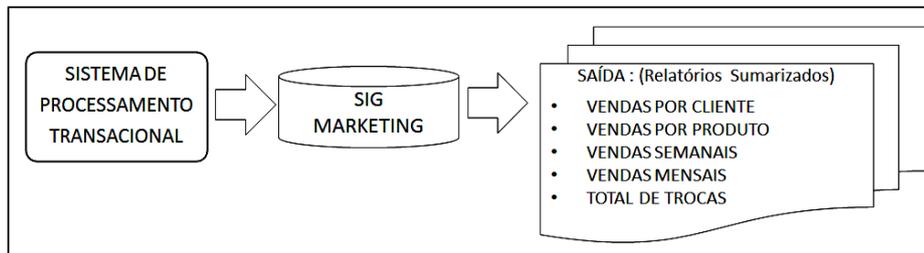
Figura 2.6: Sistemas de informação gerencial



Adaptado de O'Brien (2004).

Segundo Stair (1998) o SIG abrange uma coleção organizada de pessoas, procedimentos, *software*, banco de dados e dispositivos que fornecem informações rotineiras aos tomadores de decisão gerencial e tem como finalidade principal gerar relatórios resumidos obtidos pela filtragem e análise de dados para tomadores de decisão de nível médio(Figura 3.7).

Figura 2.7: Fluxo do SPT para SIG

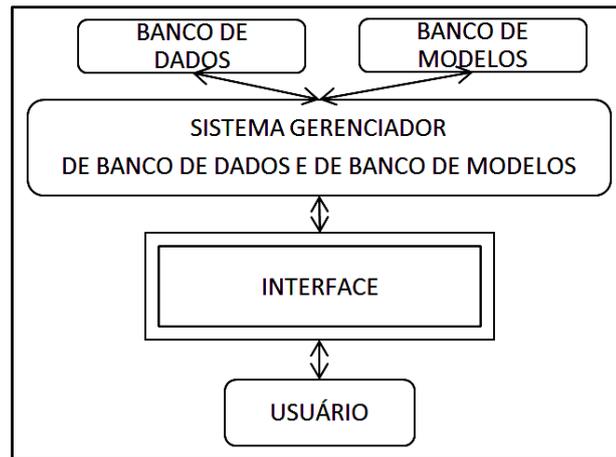


Adaptado de Stair (1998).

2.3.3 Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)

Tem foco no suporte às decisões através de simulações com a utilização de modelos; construídos para dar apoio a cenários dinâmicos que sofrem constantes mudanças. Permitem empregar vários modelos diferentes para análise de informação e consideram informações geradas pelos SPT e SIG, bem como de fontes externas (figura 3.8).

Figura 2.8: Sistemas de apoio à decisão



Adaptado de Stair (1998).

Esse trabalho irá focar seu interesse nesse tipo de SI. Por isso o tópico seguinte irá desmembrar ainda mais os Sistemas de Apoio a Decisão.

2.3.3.1 Considerações sobre os SAD

A origem do conceito SAD é resultante de estudos do processo de tomada de decisão organizacional no Instituto Carnegie de Tecnologia durante o final da década de 50 e o início da década de 60, além dos trabalhos realizados sobre sistemas computacionais interativos ocorridos concomitantemente no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Na década de 70, Scott Morton (1971) escreveu o primeiro livro significativo sobre SAD, se tornando assim pioneiro no assunto. O livro teve origem em sua tese de doutorado desenvolvida no MIT, onde o foco principal foi estudar como os modelos analíticos poderiam apoiar o processo de decisão gerencial. Seu trabalho foi usado por tomadores de decisão em Marketing e Produção Industrial. Ainda no MIT, foi enfatizadas aplicações e projetos de SAD sendo que os experimentos projetaram um sistema de apoio à decisão na área de investimentos e

administração de carteiras de ações. Também no início da década de 70, a publicação de outro influente livro sobre SAD realizado por Davis (1974) definiu diversos pontos para uma fundamentação da pesquisa e aplicação dos conceitos práticos de SAD.

Continuando a evolução das pesquisas em SAD, em 1975, Little expandiu as fronteiras dos modelos suportados por computador, identificando critérios para o desenvolvimento de modelos para suportar o processo decisório. Entre esses modelos pode-se citar: robustez, facilidade de controle, simplicidade além da consideração completa dos detalhes relevantes visando validar um SAD para apoiar o processo de tomada de decisão em Produção, Marketing e Vendas.

Sprague (1980) desenvolve outros conceitos, como a dificuldade de se delimitar as fronteiras das atividades decisórias e a aplicação de SAD em uma ampla variedade de situações relacionadas a um objetivo específico e que não sejam pré-definidas. Na década de 80 surgiram diversas tecnologias sob o título de SAD. Em meados da década de 80, iniciaram os sistemas de informação executiva e os SAD em grupo. Outros importantes pesquisadores na área, Sprague e Carlson tiveram um papel importante no estabelecimento de uma base conceitual para SAD, identificando suas características e comparando com outros tipos de sistemas, principalmente sistemas de informações gerenciais. Já na década de 90 os grandes avanços tecnológicos e tecnologias como *datawarehouse* deram um novo impulso para o uso de SAD, proporcionando a valorização das informações nas empresas. Hoje, o grande número de áreas de estudos em SAD, como banco de dados, ciências gerenciais, ciências cognitivas entre diversas outras, proporcionam os fundamentos para o desenvolvimento de pesquisas e aplicações na área.

Os SAD têm se desenvolvido significativamente desde seu aparecimento. Suas definições foram amplas. Pesquisas nessa área têm se voltado tipicamente para como a tecnologia de informação pode melhorar a eficiência com que um usuário toma uma decisão e como ela pode melhorar a eficácia dessa decisão (SHIM *et al.*, 2002).

Quando existe um SAD apoiando o processo de tomada de decisão na organização, as informações fornecidas por ele serão incorporadas as outras ferramentas de apoio à decisão como os dados históricos e experiências individuais, aumentando a possibilidade de melhores condições para a tomada de decisão. Quando o processo de tomada de decisão numa organização não é apoiado por um SAD, as decisões são baseadas em intuição ou feeling, em outras palavras, apenas na abstração experiências individuais do tomador de decisão.

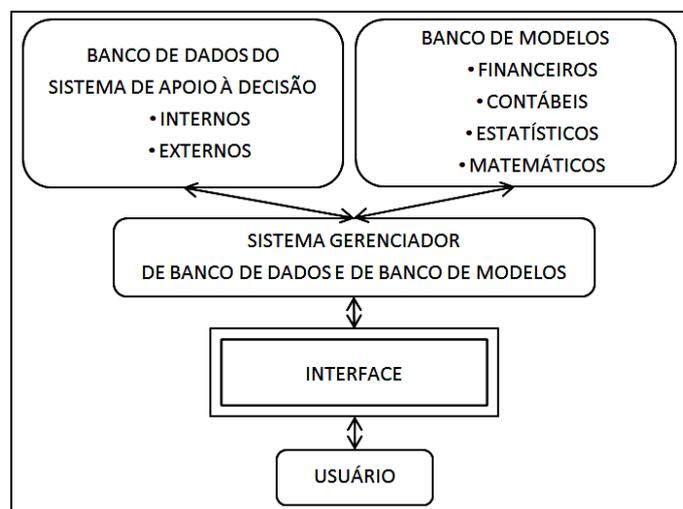
Sprague e Watson (1989) definem SAD como sistemas computacionais que ajudam os responsáveis pela tomada de decisões a enfrentar problemas não-estruturados através da

interação direta com modelos de dados e análises. Segundo Bidgoli (1989) SAD é um sistema de informação baseado em computador, que consiste de *hardware*, *software* e o elemento humano, para assistir qualquer decisão em qualquer nível, e enfatiza tarefas não-estruturadas ou semi-estruturadas. Para Stabell (1994) os SAD podem ser definidos como um sistema computadorizado que trata de um problema onde ao menos algum dos seus estágios é semi-estruturado ou não-estruturado. Eles devem dar suporte aos decisores e apoiá-los no uso real das suas experiências e julgamento no processo decisório.

De forma geral, essas definições tem em comum que os SAD são relevantes para apoiar decisões semi-estruturadas ou não-estruturadas. O modelo conceitual de um SAD proposto por Sprague e Watson (1989) chamado de paradigma DDM (Diálogos, Dados e Modelos) é composto por banco de dados (BD) e o banco de modelos (BM); o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) o sistema gerenciador do banco de modelos (SGBM) e uma interface com o usuário (Figura 3.9).

A base de dados permite que os usuários façam análises sobre as informações armazenadas. A base de modelos desempenha análises matemáticas e quantitativas, que fornece uma diversidade de modelos que auxiliam a tomada de decisão. A interface, também chamada de diálogo é o meio principal de interação entre o SAD com seu usuário, gerenciando todos os aspectos de comunicações.

Figura 2.9: Detalhamento do SAD



Adaptado de Stair (1998).

Enquanto os outros sistemas de informação disponibilizam basicamente relatórios de formato fixo, o SAD possui uma variedade maior de formatos (REYNOLDS et al., 1996). A flexibilidade que o SAD oferece ao disponibilizar os relatórios facilita o gestor, de modo que

ele tenha somente as informações que necessita, visto que a variedade de problemas e necessidades dos tomadores de decisão é muito ampla.

A análise de sensibilidade constitui o processo de introduzir mudanças hipotéticas nos dados do problema e observar o impacto nos resultados, dessa forma, é permitido que o gerente planeje a decisão que tomará, pois é possível modificar hipoteticamente os dados franqueando uma visão do que acontecerá se aquela decisão for tomada. A simulação é outra característica importante num SAD, pois demonstra a probabilidade de algo acontecer através de cenários construídos a partir de decisões tomadas, possibilitando ao gestor uma maior segurança para solucionar o problema.

2.4 Considerações finais do capítulo

Foram apresentadas considerações sobre a tomada de decisão e suas relações com os SI. Também foi explicado detalhadamente os SAD. No próximo capítulo será abordado o banco de modelo dos SAD sua relação com a decisão multicritério.

3 SELEÇÃO DE PESSOAL

A seleção de pessoal é um processo que vem ganhando cada vez mais destaque e importância nas organizações, pois envolve a decisão de escolher a pessoa certa para desempenhar determinada função. O paradigma tecnológico, trouxe grandes transformações para o mercado de trabalho. Um desses paradigmas, refere-se à valorização das competências, gerando influência nas organizações, nas pessoas e na sociedade. Pois as velhas práticas de recursos humanos não funcionam mais, elas precisam ser melhoradas ou utilizadas em paralelo.

Nesse sentido, o processo de seleção é a porta de entrada para o futuro profissional. A pesquisa por novos indivíduos para suprir uma carência organizacional é um fato corriqueiro nas organizações, desde as funções mais operacionais até as mais estratégicas, só que contratar um profissional para um cargo estratégico requer detalhes mais criteriosos. A grande questão é: como identificar os melhores profissionais? Como saber que aquelas pessoas estão qualificadas para colaborarem com as metas da organização?

Talvez essas sejam as principais razões pela qual as organizações precisam garantir o sucesso de suas contratações. Pois nos casos em que o profissional selecionado não se adaptar a função, por qualquer que seja o motivo e tiver que ser desligado da empresa, todo o investimento com treinamento, equipamentos e benefícios realizado, será perdido (DESSLER, 2003). Além disso, a empresa terá grande dificuldade ou não conseguirá, de imediato, substituir o colaborador desligado. A seguir será mostrada uma lista das ferramentas mais utilizadas nos processos de seleção de pessoal.

3.1 RESUMO DAS FERRAMENTAS TRADICIONAIS

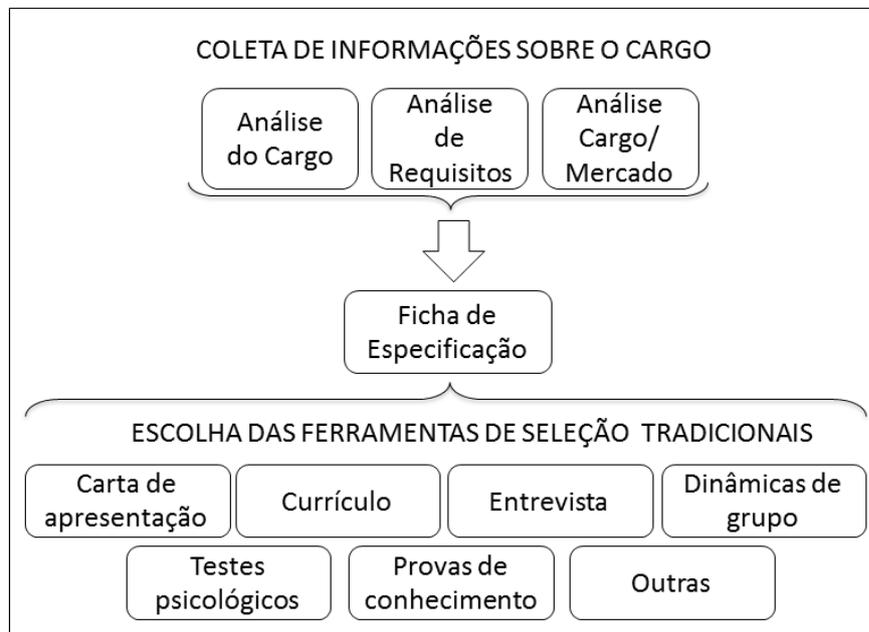
De forma geral o processo de seleção é realizado sofrendo mudanças e adaptações à realidade de cada organização. Costa (2013) apresenta diversas ferramentas que são utilizadas no recrutamento e seleção de pessoal (figura 2.1).

- Carta de apresentação

É um instrumento que permite entrar em contato com a empresa por meio de correspondência resumida para atender solicitação de anúncio ou por conta própria. Normalmente

os candidatos enviam cartas de apresentação com currículo anexo para se introduzirem as empresas explicando o motivo porque devem ser contratados para determinado cargo.

Figura 3.1: Ferramentas de seleção



Adaptado de Orlickas (2001).

- Currículo

Documento que elenca e descreve a experiência e formação do candidato, por meio de certificados anexos de cursos, seminários e empregos.

- Entrevista

É o processo de comunicação direta com o candidato. Deve acontecer descontraidamente, com questões que propiciem respostas amplas. A entrevista é o momento em que o entrevistador estrategicamente pode criar condições propícias ao aprofundamento de informações já obtidas por meio do currículo, esclarecendo suas dúvidas, assim como avaliar o desempenho oral do candidato, sua apresentação e postura.

- Dinâmicas de grupo

Situação de integração grupal, envolvendo de dez a 15 candidatos, estimulada por texto ou técnicas específicas. Requer formação adequada e habilidade técnica de um coordenador que

minimize o estresse e o nervosismo naturais presentes em um grupo em situação de processo de seleção e evite que as pessoas sejam 'expostas' mais do que o necessário.

- Testes psicológicos

Instrumentos elaborados e aplicados por psicólogos e verificados a partir de parâmetros precisos, por meio de estudos estatísticos.

- Provas de conhecimento

Essa ferramenta avalia o conhecimento dos candidatos, procurando medir a informação que se tem pelo cargo a ser preenchido. Podem ser provas orais ou escritas, gerais ou específicas.

- Instrumentos diferenciados

Instrumentos baseados em estudos e já reconhecidos como científicos.

Qualquer que seja a ferramenta para seleção de pessoal que é aplicada, o importante são as informações a respeito das características que o ocupante dos cargos deverá possuir, ou seja, da análise do cargo, da análise de requisitos do cargo e de uma análise macro do cargo no mercado de trabalho para possíveis adequações.

3.2 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa PBSOFT que é especializada em desenvolvimento de *software* e aplicativos integrados para a internet. A empresa conta com uma equipe de profissionais especializada com experiência em diversas áreas de conhecimento em desenvolvimento de aplicativos para o setor público e atendendo a empresas privadas. Fundada em 2004, a empresa busca processos que melhorem o serviço oferecido aos seus clientes, ela presta serviço, especificamente de criação de *software*, contando com 10 (dez) analistas de desenvolvimento de *software* sênior e vários programadores.

Os principais serviços prestados pela PBSOFT são os sistemas de auditoria e controle administrativo que foram desenvolvidos para o Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE): o SAGRES (Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade) e o TRAMITA (Sistema de Tramitação e Controle Administrativo). No setor privado foi

desenvolvido o sistema de controle administrativo e de autorizações para o plano de saúde da Associação dos Auditores Fiscais do Estado da Paraíba (AFRAFEF), além de diversos websites.

3.3 O PROBLEMA DE PESQUISA

Em 2012, a PBSOFT resolveu implementar um projeto de seleção de trainees nas universidades do estado da Paraíba, o projeto PBTrainee buscou jovens profissionais com desejo de atuar no mercado de sistemas de informação. A primeira seleção contou com inscritos 43 candidatos e 02 foram selecionados. Ao ser contratado, os trainees passaram por um processo de formação focado no negócio da empresa. Ainda como parte do processo de formação os selecionados percorreram as principais áreas da empresa, podendo assim visualizar a prática do negócio. Após essas etapas, o jovem trainee iniciou o projeto na área em que foi alocado.

A segunda seleção acontecerá em 2014 e algumas análises estão sendo realizadas no processo passado na tentativa de otimizar a seleção de 2014 e tornar o processo mais interativo. Já que ao longo do processo de 2012 percebeu-se que os critérios elencados para seleção eram estáticos, o processo estava engessado e precisava se tornar mais flexível. Logo se percebeu que a questão fundamental residia no fato da seleção se tratava de um tipo de escolha altamente especializada e complexa.

Escolha complexa, porque a decisão é tomada a cada dois ou mais, e as consequências geradas pela decisão são difíceis de ser adequadamente identificados. Especializada por que a seleção para trainee, que são jovens entre 20 e 30 anos, recém-formados ou que estejam no penúltimo ano, que são contratados como funcionários e registrados de acordo com a CLT. Recebem salários, benefícios e são treinados para ocuparem posições técnicas. Pode-se resumir a especificidade do cargo como:

- Recém-formado ou cursando último semestre em Análise de Sistemas, Sistemas da Informação ou Ciência da Computação.
- Avançado no idioma inglês.
- Avançado em Java
- Remuneração compatível com o mercado.
- Forma de Contratação: CLT + Benefícios: Vale Transporte / Vale Alimentação / Assistência Médica e Seguro de Vida.

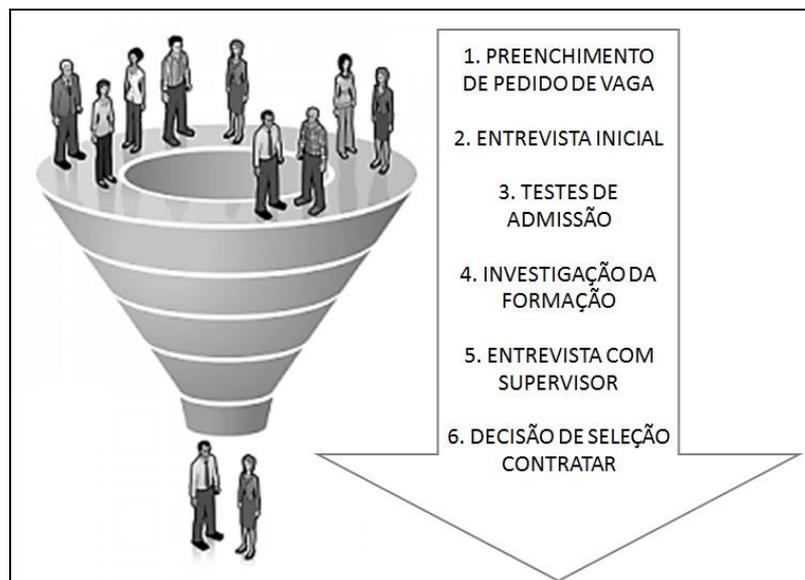
- Local de Trabalho: João Pessoa
- Elaborar programas, alterando o processamento, a codificação e demais elementos, visando corrigir falhas e/ou atender alterações de sistemas e necessidades novas.
- Seguir o processo de desenvolvimento de *software* da empresa
- Realizar outras tarefas correlatas, mediante a solicitação da chefia imediata.

A partir daí, optou-se pelo desenvolvimento de um *software* que tivesse como sua regra de negócio a ferramenta de multicritério, que flexibilizaria a análise dos candidatos. A seguir, haverá uma breve descrição do processo de seleção para trainee feito na PBSOFT em 2012 e a proposta do processo que será implementada em 2014.

3.4 PROCESSO 2012

Geralmente o processo de seleção de candidato nas organizações é feito pelas ferramentas tradicionais, mas a escolha dessas ferramentas sofre mudanças e adaptações à realidade de empresa para empresa. No caso da PBSOFT, a figura 2.2 mostra as etapas que serviram de base para o processo de seleção 2012.

Figura 3.2: Seleção 2012



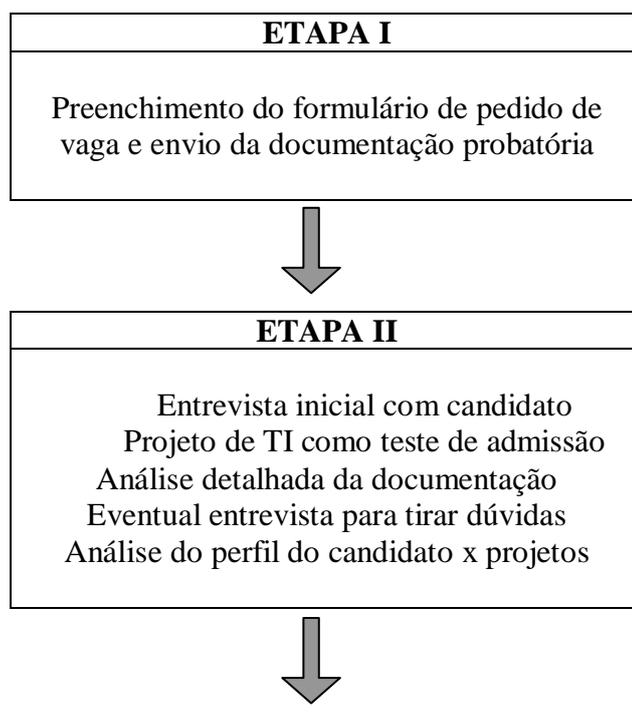
Em 2012 o processo de seleção foi completamente manual, ou seja, não houve informatização de nenhuma etapa, toda documentação e procedimentos foram manuseados

pelos responsáveis pela seleção. Percebeu-se uma grande demora em poder verificar e analisar as informações, mas já se pensava que a tendência seria de aumentar o volume de dados, portanto seria fundamental a informatização do processo. Logo a PBSOFT buscou na literatura e no mercado novas opções para um novo processo seletivo que reduzisse o trabalho facilitando o processo de avaliação e, portanto o manuseio da documentação, além de garantir a lisura do processo.

Depois de avaliar vários processos verificou-se em trabalhos científicos implantação de um processo de apoio à decisão, utilizando um método de sobreclassificação. Após várias discussões feitas a respeito da implantação deste novo processo, foi decidido pelo desenvolvimento de um *software* como o modelo multicritério de seleção de candidatos para o novo processo de seleção que ocorrerá em 2014.

Primeiro foi decidido que problemática a ser utilizada é a de escolha, ou $P\alpha$, que apoia o tomador de decisão na seleção de um subconjunto N de A , tão restrito quanto possível, que contenha as “melhores” ações de A . Depois foi feita a escolha do método a ser utilizado, para tanto, escolheu-se a metodologia de Apoio a Decisão Multicritério ELECTRE I, que consiste em obter um subconjunto N de ações, tal que qualquer, a ação que não está em N é sobreclassificada por pelo menos uma ação de N . A figura 2.3 mostra as etapas do processo de seleção.

Figura 3.3: Detalhamento das Etapas do Processo de Seleção

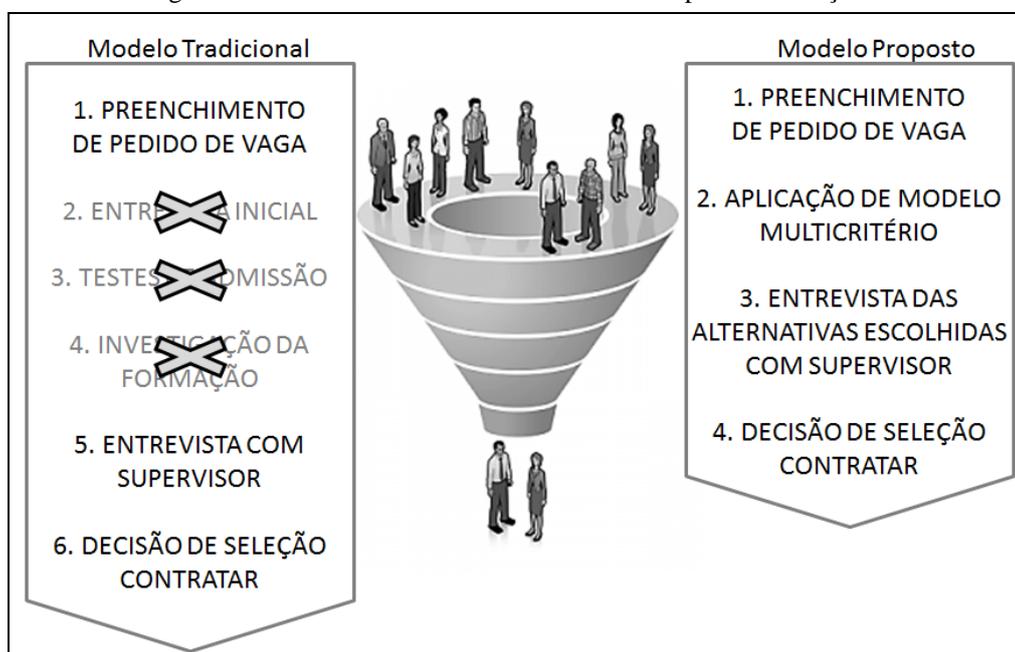


ETAPA III
Decisão final

3.5 PROPOSTA 2014

A figura 2.4 compara o modelo tradicional e o modelo que será proposto para seleção 2014. Percebe-se que três etapas foram subtraídas do processo. Isso permite mais rapidez na seleção e, sobretudo a incorporação das preferências do tomador de decisão na seleção.

Figura 3.4: Modelo tradicional versus Modelo Proposto de Seleção 2014.



Após o preenchimento do pedido de vaga pelo candidato, toda documentação deverá ser transposta para o sistema inclusive a documentação probatória que deverá ser digitalizada para análises futuras. Esse processo irá requerer muito cuidado. Finalizado o processo de inserção dos dados no sistema haverá o momento de análise dos dados e simulações para tomada de decisão. O analista responsável irá fazer todas as verificações em busca das melhores alternativas. Encontrado o conjunto solução, ou seja, tendo sido escolhidas os melhores candidatos, eles serão convidados para uma entrevista para que todas as dúvidas sejam tiradas e esclarecidas. O último passo será a escolha final por parte do tomador de decisão. Esse trabalho pretende introduzir ao processo de seleção uma ferramenta capaz de introduzir as preferências do decisor ao processo. Nos próximos capítulos desse trabalho serão

descritos todo o arcabouço teórico utilizado para o embasamento do desenvolvimento do *software*.

3.5.1 Perfil e Critérios

Estabelecer o perfil de um candidato significa ver seus desempenhos, basicamente, foram preferidas algumas características para formar o perfil do candidato. Estas características também podem ser chamadas de critérios.

Após experiências de alguns analistas mais antigos da empresa com seleções anteriores, se começou a identificar quais seriam as características e pré-requisitos mais apropriados aos candidatos à vaga de trainee para enfrentar as demandas pelas quais a empresa vem passando. Em geral as características podem ser bem sutis como, por exemplo: ter habilidades pessoais, ter pensamento sistêmico e críticos ou ser responsável e pontual. Mas a tarefa de encontrar um perfil desejado envolve outras características mais específicas como ter disciplina pessoal para evoluir num programa de trainee. Para o analista responsável pela seleção os critérios fixos desejado seriam:

1. Nota no coeficiente de rendimento escolar do aluno (CRE):

O candidato deve ter atingido boa média geral no histórico de graduação, pois permite verificar se o candidato teve comprometimento durante do curso. O CRE é um valor absoluto que é transposto do histórico do candidato, e o resultado deste critério pode permitir concluir se o aluno foi responsável ao longo do curso, quanto maior for à média melhor será para o candidato.

2. Graduação na área de SI:

Esta cursando ou ser formado em curso de graduação em sistemas de informação ou áreas afins para ter em sua formação conhecimento específico em TI. Foi necessário identificar o maior número de universidades, faculdades e escolas de nível técnico e superior no âmbito dos SI e afins na Paraíba, para que com base neste conjunto se pudesse saber qual o conceito de cada uma dela no MEC, dessa forma todas foram ordenadas da melhor para pior. Também foi levado em conta o período que o candidato precisou para concluir a graduação, ou seja, quantos semestres foram necessários para a graduação ser finalizada. Na maioria das

graduações o tempo mínimo dos cursos está entre 4 e 5 anos. Com base nestes valores, os candidatos foram pontuados de acordo com sua performance no período em que permaneceram no curso de graduação. Assim, quanto menos tempo o candidato gastou na graduação melhor pontuação ele teve.

3. Conhecimento avançado em Java:

Conhecer fortemente a linguagem JAVA para facilitar no desenvolvimento dos sistemas na empresa principalmente em declaração, inicialização e escopo de variáveis, controle de fluxo, API JAVA e conceitos de orientação a objetos.

4. Conhecimento avançado em Inglês:

É preciso ter um embasamento teórico forte na língua inglesa, ou seja, o candidato deveria saber ler textos técnicos em inglês, já que, diante das tendências de inovação da empresa haverá uma inclinação de leitura de vasta bibliografia em textos e publicações em inglês.

Outras características que poderão ser levadas em consideração são a de ter iniciativa própria, para se envolver em trabalhos e capacidade de auto-aprendizado. Passando pela dedicação integral a empresa e vontade de trabalhar colaborativamente.

3.6 SELEÇÃO PESSOAL E DECISÃO MULTICRITÉRIO

Ao delinear um perfil para a área de seleção de pessoal, o cliente cria a expectativa de selecionar um profissional ideal dentre os candidatos disponíveis no mercado. O cliente faz uma imagem do profissional que quer, e o processo de seleção com suas ferramentas terá a incumbência de trazê-la à realidade. A inserção de novas técnicas ao processo de seleção tradicional acontece por que ao longo do tempo as ferramentas tradicionais de seleção de pessoal estão desgastadas e devem-se adicionar novas ferramentas que aperfeiçoem e aperfeiçoem a seleção.

Nesse sentido, o Apoio Multicritério a Decisão é uma área de conhecimento dinâmica, orientada ao suporte dos decisores, ajudando no entendimento da estruturação dos problemas e ampliando a capacidade de aprendizagem e compreensão do mesmo. Esses métodos multicritérios fazem um enfoque diferenciado sobre os problemas e passam a atuar sobre a

forma de auxílio à decisão, apresentando segundo Gomes, Araya e Carignano (2004) algumas características bem definidas em relação à sua metodologia:

- A análise do processo de decisão, em que essa metodologia é aplicada, tem sempre o objetivo de identificar informações/regiões críticas.
- A existência de uma melhor compreensão acerca das dimensões do problema.
- A possibilidade de haver diferentes formulações válidas para um único problema.
- A aceitação de que, em problemas complexos, as situações nem sempre se ajustam a um perfeito formalismo e, em particular, de que estruturas que representam de forma parcial a compatibilidade entre as alternativas podem ser relevantes no processo de auxílio à decisão.
- O uso de representações explícitas de uma estrutura de preferências, em vez de representações numéricas definidas artificialmente, muitas vezes pode ser mais apropriado a um problema específico de tomada de decisões.

Almeida e Costa (2003) colocam que o apoio multicritério tem como princípio, no processo de decisão, buscar o estabelecimento de uma relação de preferências entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios. Complementa Gomes, Araya e Carignano (2004) que o estudo de problemas de decisões, a partir do enfoque multicritério, não objetiva apresentar ao decisor uma solução específica para o problema, mas sim, apoiar o processo de decisão ao recomendar ações ou cursos de ação a quem vai tomar a decisão.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo mostrou o cenário em quem o problema de pesquisa está inserido. Descrevendo o processo de seleção feito em 2012 e propondo um modelo para 2014 com a inserção de uma ferramenta multicritério.

4 ABORDAGEM QUANTITATIVA

Neste capítulo serão apresentadas questões sobre o banco de modelo dos SAD Abordando especificamente os modelos multicritérios e finalizando o capítulo com o método ELECTRE I.

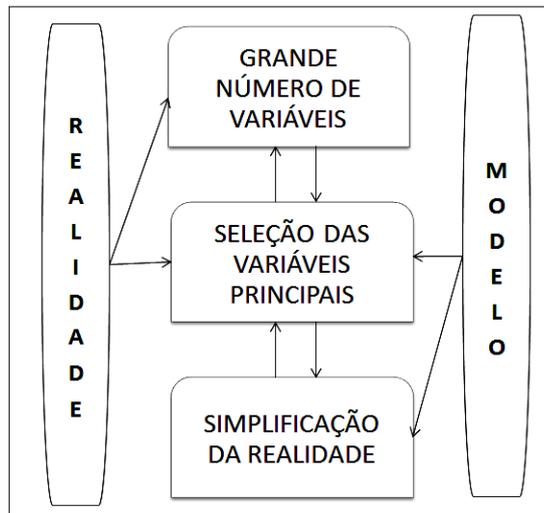
4.1 BANCO DE MODELOS

O banco de modelos proporciona auxílio na tomada de decisão com uma variedade de modelos de diversas áreas de conhecimento. A utilização de bancos de modelos é vantajosa, pois é menos dispendiosa e mais rápida que a implementação de sistemas reais, além da diminuição dos riscos e um custo mais baixo. Modelar o processo de tomada de decisão estratégica é uma tarefa difícil que requer conhecimento específico de modelos quantitativos ou qualitativos. Em face da amplitude dos riscos e incertezas advindos dos problemas semi ou não estruturados a área dos estudos em análise da decisão tem buscado utilizar ou desenvolver modelos que se prestem ao auxílio na tomada de decisão racional.

Para Biembengut e Hein (2003) o ser humano normalmente utiliza modelos para interpretar a realidade. De modo geral, pode-se dizer que modelar a realidade é tentar representar (por fórmula matemática, maquete, desenho, planta arquitetônica, projetos, entre outros) o objeto de estudo de forma que o resultado seja o mais próximo possível do mundo real, ou seja, ao modelar algo o ser humano é motivado simplificar o real em algo menor, mas sem perder a essência, com riqueza de detalhes e sem corromper a realidade. A criação de um modelo deve levar em consideração que ele será criado sempre em função de um modelo real, que normalmente retratará um cenário de incerteza, que deve ser aproximado.

Bassanezi (2004) diz que o modelo é a representação de uma estrutura cognitiva que foi entendida, imaginada e explicitada de forma que os resultados podem ser relacionados com o mundo real através de previsões, explicações, manipulações, formulações. Percebe-se nessa afirmação que o estilo cognitivo está presente no momento de criação de um modelo, mesmo com toda racionalidade usada, no instante que a mente tenta compreender e criar um modelo, a intuição irá aflorar e procurará relacionar com alguma experiência vivida. Apesar da cognição o modelo deverá ser testado de diferentes maneiras para verificar em que grau corresponde à realidade analisada.

Figura 4.1: Realidade versus Modelo



Adaptado de Stair e Reynolds (2006).

Os modelos matemáticos clássicos, como a Programação Linear, buscam a solução ótima, o resultado correto e sem erro. Entretanto, é evidente que a solução ótima acontece apenas em relação ao problema de decisão que está sendo usado. Visto que o modelo necessariamente é a abstração da realidade e não exatamente o problema real, não pode existir nenhuma garantia utópica de que a solução ótima para o modelo se comprovará como a melhor solução possível que poderia ter sido implementada para o problema real.

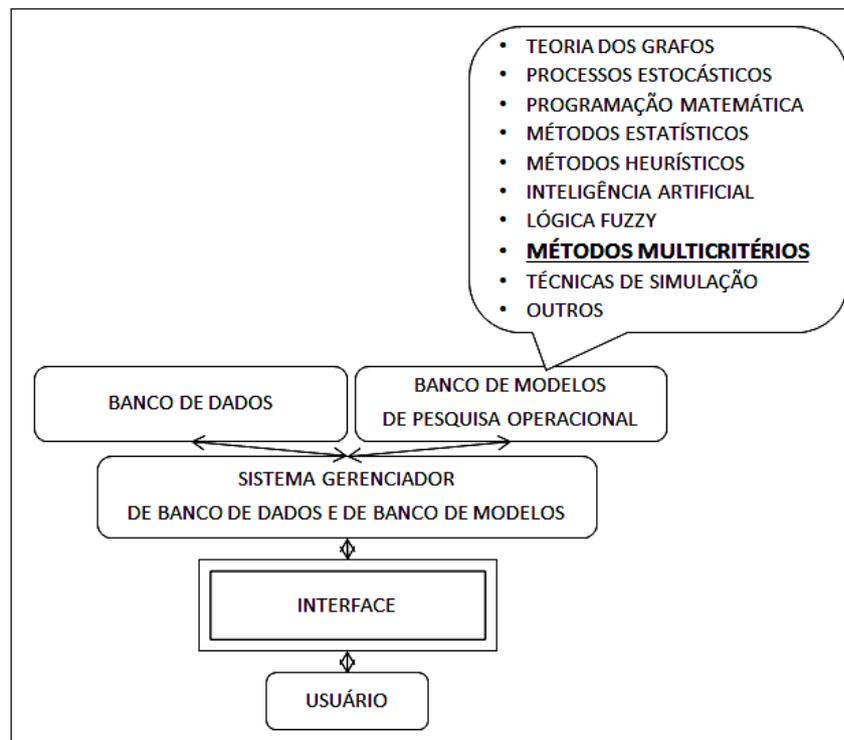
Neste sentido, existe um campo de estudo chamado Pesquisa Operacional (PO), que consegue fazer a representação de sistemas do mundo real através de modelos matemáticos com o objetivo de otimizar seus resultados. Normalmente a PO aloca recursos limitados a atividades em competição, bem como em outros problemas que tenham uma formulação matemática similar. Por exemplo: uma refinaria que quer transportar o petróleo de onde se refina até um local em que se consome o produto, é possível desenvolver um modelo matemático de pesquisa tradicional para resolver o problema que envolve aspectos objetivos.

Em outras palavras a Pesquisa Operacional serve para ajudar as pessoas a estruturar e analisar processos de tomada de decisão. Mas a partir da década de 70, vários pesquisadores e usuários da PO perceberam que as decisões no mundo real nunca se dão visando apenas um critério de decisão. Você não compra um carro olhando apenas o preço.

As decisões humanas se dão em presença de pelo menos dois critérios conflitantes. Em decorrência disso, surgiram as metodologias de Apoio Multicritério à Decisão, que compreendem vários princípios, axiomas (proposição que se admite como verdadeira porque dela se podem deduzir as proposições de uma teoria ou de um sistema lógico ou matemático)

e métodos analíticos para ajudar na tomada de decisões num ambiente considerado complicado.

Figura 4.2: Banco de Modelos



Atualmente, há uma forte tendência de esclarecer a opinião dos tomadores de decisão em todos os níveis do processo de planejamento nas organizações, quanto à importância da utilização de múltiplos critérios na análise de problemas complexos. O objetivo da tomada de decisão multicriterial, atualmente, é identificar e selecionar o melhor curso de ação, quando se depara com um problema de decisão complexo que envolve objetivos múltiplos e até certo ponto conflitantes. Esta nova forma de encarar o processo de tomada de decisão permite a consideração de diversos fatores relevantes que possibilitam uma análise mais detalhada das vantagens e desvantagens dos alternativos cursos de ação de um sistema.

4.2 DECISÃO MULTICRITÉRIO

O Apoio Multicritério a Decisão (AMD) consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência de uma multiplicidade de critérios. Tem como princípio buscar o estabelecimento de uma

relação de preferências (subjetivas) entre as alternativas que estão sendo avaliadas sob a influência de vários critérios (ALMEIDA & COSTA, 2003).

O AMD possui as seguintes denominações:

(a) Em inglês: Multiple Attribute Decision Making (MADM), Multiple Criteria Decision Making (MCDM), Multiple Objective Decision Making (MODM), Multiple Objective Decision Aiding (MODA) e Multiple Criteria Decision Aiding (MCDA)

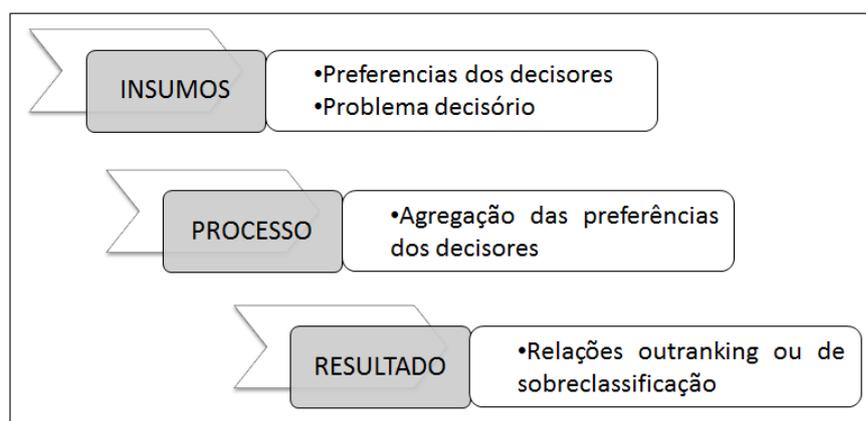
(b) Em português: Análise de Decisões com Múltiplos Critérios (ADMC) e Auxílio (ou Apoio) Multicritério à Decisão (AMD);

(c) Em francês: Aide Multicritère À La Décision;

Esse tipo de abordagem não apresenta uma solução ideal para os problemas, mas entre todas as possíveis, a mais coerente com a escala de valores e o método utilizado. Através dos modelos multicritérios, o “decisor” poderá estimar as possíveis implicações de cada curso de ação, de modo a obter uma melhor compreensão das vinculações entre suas ações e seus objetivos [Flament (1999)].

Para Soares (2003), os MMAD apresentam duas vantagens decisivas: definir e evidenciar a responsabilidade do “decisor” e melhorar a transparência do processo de decisão. Outra vantagem, apontada por Mendoza e Prabhu (2005), está relacionada com o consenso geral em um grupo multidisciplinar na tomada de decisão: com o uso da análise multicritérios, não é necessário que todos concordem com a importância relativa dos critérios ou o ranking das alternativas.

Figura 4.3: Fluxo dos modelos de sobreclassificação



Adaptado de Siskos e Spyridakos (1999)

Segundo Bouyssou (1990) apud Mello et al(2001), uma abordagem multicritério apresenta as seguintes vantagens:

- torna viável a construção de uma base para o diálogo entre analistas e decisores, que fazem uso de diversos pontos de vista comuns;
- provê facilidade em incorporar incertezas aos dados sobre cada ponto de vista;
- permite encarar cada alternativa como um compromisso entre objetivos em conflito.

Segundo Almeida (2011), a aplicação de qualquer método multicritério pressupõe que sejam estabelecidos os objetivos que o decisor pretende alcançar através da representação destes múltiplos objetivos pelo uso de múltiplos critérios ou atributos. Na literatura são encontrados vários métodos que foram desenvolvidos para tratamento de problemas com múltiplos objetivos. Eles são divididos em três grandes grupos ou famílias de abordagens que se referem aos princípios de modelagem de preferência. Pode-se distinguir então, a abordagem do critério único de síntese, a abordagem de sobreclassificação a do julgamento interativo (ROY, 1985; VINCKE, 1992).

Dentre os métodos referentes ao primeiro grupo destaca-se a teoria da utilidade multiatributo, MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*). O MAUT apresenta uma estrutura axiomática e uma lógica compensatória entre os critérios, de modo a se obter uma função de síntese que agregue todos os critérios em uma única função analítica (KEENEY & RAIFFA, 1976). Em relação aos métodos de sobreclassificação, merece destaque a família de métodos ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*) e PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*). Esses métodos são mais flexíveis, sem compensação entre os critérios e que aceitam incomparabilidade entre as alternativas. São também baseados na comparação par a par entre as alternativas, explorando uma relação de sobreclassificação (FIGUEIRA et al., 2005; BRANS & MARESCHAL, 1990).

A Tabela 1 apresenta, em sua primeira coluna, os principais métodos de auxílio multicritério à decisão, encontrados na literatura acadêmica com base em Figueira et al. (2005) e Polatidis et al. (2006). A segunda coluna desta tabela oferece a classificação de cada um destes métodos com base nestes mesmos autores, enquanto que a terceira coluna apresenta as referências seminais de cada um destes métodos.

As etapas do processo de análise multicritérios de apoio à decisão, acima descritas, caracterizam duas fases distintas: a estruturação e avaliação. Na estruturação o modelo é efetivamente construído, definindo-se que aspectos serão considerados. Na avaliação são

criadas as formas para mensurar os aspectos considerados importantes. Ao final desse processo, são propostas as recomendações aos decisores (BANA E COSTA, 1995 E MENDOZA E PRABHU, 2005).

Tradicionalmente, pode-se classificar os métodos multicritério em compensatórios e não compensatórios. O primeiro grupo, mais conhecido como Escola Americana, assume que o decisor é capaz de explicitar suas preferências racionalmente; existe uma função de preferência que tem como objetivo agrupar os múltiplos critérios num único critério de síntese. Tal abordagem considera a transitividade de preferências e indiferenças, mas exclui a incomparabilidade. As abordagens deste grupo vão desde o uso de médias ponderadas até o uso da Teoria da Utilidade Multiatributo (Gomes et al, 2006).

Já os métodos não compensatórios (Escola Francesa ou Européia) consideram a incomparabilidade entre alternativas, não existe transitividade e/ou indiferenças. Dentre os métodos mais utilizados, destaca-se a família de método ELECTRE (GOMES et al, 2006). O modelo proposto neste trabalho é baseado em um método multicritério de apoio a decisão, o ELECTRE I. Ele foi desenvolvido com o intuito de garantir um tratamento mais adequado à etapa de seleção de ideias

4.3 FAMÍLIA DE MÉTODOS ELECTRE

A família de métodos ELECTRE, de origem francesa, tem como objetivo obter um subconjunto de alternativas, no qual as alternativas que fazem parte desse subconjunto sobreclassificam as que não fazem. Em outras palavras, busca-se reduzir o tamanho do conjunto de alternativas, explorando o conceito de dominância. Para isso, são utilizados dois índices: o índice de concordância, que mede a vantagem relativa de cada alternativa sobre as outras, e o índice de discordância, que mede a relativa desvantagem.

Segundo Almeida (2011) os métodos da família ELECTRE são aplicados em duas fases principais. Inicialmente é construída a relação de sobreclassificação, onde se estabelece uma comparação par a par de alternativas. Em seguida, explora-se a relação de sobreclassificação, aplicando-se um procedimento para resolver o problema em função da problemática específica a ser abordada.

Os métodos que constituem a família ELECTRE são (ALMEIDA, 2011):

- ELECTRE I – problemática de escolha, utiliza critério verdadeiro;
- ELECTRE IS – problemática de escolha, utiliza pseudo-critério;

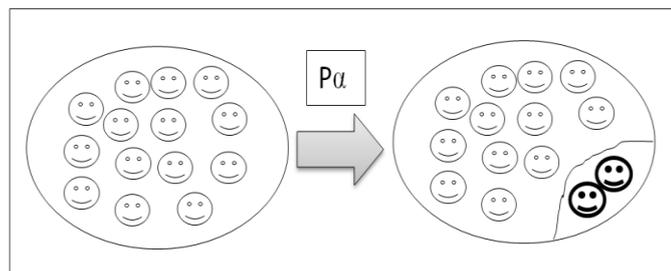
- ELECTRE II – problemática de ordenação, utiliza critério verdadeiro;
- ELECTRE III – problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério;
- ELECTRE IV – problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério, sem uso de pesos para os critérios;
- ELECTRE TRI – problemática de classificação, utiliza pseudo critério.

4.3.1 Problemáticas de Referência

No contexto do apoio à decisão, o resultado pretendido em determinado problema pode ser identificado entre quatro tipos de problemáticas de referência. Roy (1996) categoriza as problemáticas da seguinte forma:

- Problemática de escolha ($P.\alpha$): tem como objetivo auxiliar na escolha da melhor ação, orientando a investigação no sentido de encontrar um subconjunto de ações tão pequeno quanto possível;

Figura 4.4: Problemática de escolha



Adaptado de Simon (1980).

- Problemática de Classificação ($P.\beta$): tem como objetivo a alocação de cada ação em uma classe, definidas a priori a partir de normas aplicáveis ao conjunto de ações;
- Problemática de Ordenação ($P.\gamma$): tem como objetivo a construção de um ranking das alternativas em ordem decrescente de preferência;
- Problemática de Descrição ($P.\delta$): tem como objetivo apoiar a decisão através de uma descrição das ações e de suas consequências.

4.3.2 Modelagem de Preferência

As preferências são elementos essenciais na vida de cada indivíduo. Sua modelagem se torna um passo indispensável não só na tomada de decisão, mas também na economia, sociologia, psicologia, pesquisa operacional, etc.

Segundo Vincke (1992), quando o tomador de decisão precisa comparar duas ações a e b , ele reagirá de três formas:

- Preferindo a ou b ,
- Sendo indiferente entre eles,
- Não sendo possível a comparação entre a e b .

Preferência (P), Indiferença (I) e Incomparabilidade (J) são as três relações mais frequentemente modeladas. Elas são definidas em A , independentemente se A for globalizado ou fragmentado. Para estas relações é natural assumir as seguintes exigências:

$\forall a, b \in A$:

- aPb se a for preferível a b (bPa para o oposto),
- aIb para indiferença entre os dois,
- aJb para incompatibilidade entre eles.

Para Roy (1996), quando o decisor confronta-se com a necessidade definição de suas preferências, entre duas alternativas a e b de um conjunto A de ações, são identificadas as seguintes situações básicas: Indiferença, Preferência Estrita, Preferência Fraca e Incomparabilidade. Ainda nesta mesma obra, Roy coloca que o agente da decisão será capaz dos seguintes comportamentos: Não ser capaz de decidir (dados subjetivos ou mal coletados); Não saber como decidir (analista sem a sensibilidade das preferências do decisor ou decisor inacessível no momento); ou ainda Não desejar decidir (opta por continuar o desenvolvimento dos estudos para uma definição numa etapa posterior).

4.3.3 Escolha do Método Multicritério

Os modelos quantitativos podem ser caracterizados em razão de poderem ser investigados pelas técnicas de análise matemática. A aplicação dessas técnicas é especialmente necessária para se obter de algum modo uma decisão estruturada para o

problema indicado. Para se obter um modelo quantitativo, todas as variáveis têm de ser restringidas para serem cardinalmente mensuráveis. Além disso, o modelo deve ser bastante simples de modo que a matemática possa ser aplicada com sucesso.

A escolha do método empregado depende do tipo de problema em análise, do contexto estudado, dos atores envolvidos, da estrutura de preferências e do tipo de resposta que se deseja alcançar, ou seja, qual a problemática de referência (Gomes et al., 2006). Em muitos casos, um modelo quantitativo descreve claramente apenas uma seção pequena do problema real que está sendo investigado. Assim, a qualidade de uma decisão dependerá frequentemente do modelo quantitativo usado.

O método ELECTRE I, assim como todos os outros métodos da família ELECTRE, é baseado em relações de superação. A justificativa de seu uso neste trabalho decorre de alguns fatores. Em primeiro lugar, Figueira et al. (2005) destaca que os métodos da família ELECTRE são indicados para situações onde o decisor deseja avaliar as alternativas em pelo menos três critérios e é difícil agregar todos os critérios em uma única escala comum, o que acontece no contexto abordado neste trabalho. Além disso, o ELECTRE adere à racionalidade não compensatória, característica desejada para o problema em questão. Ou seja, não se permite que um mau desempenho de uma ideia em algum critério seja compensado por um excelente desempenho em outro. Finalmente, dentre os métodos da família ELECTRE justifica-se a utilização do ELECTRE I uma vez que se busca reduzir o tamanho do conjunto de alternativas para um subconjunto menor de alternativas não dominadas (escolha de alternativas) e esse método foi estabelecido para essa problemática. Outro fator a destacar é que o ELECTRE I é um método de simples aplicação e leitura de seus resultados, o que facilita a manipulação dos parâmetros do modelo pelo decisor.

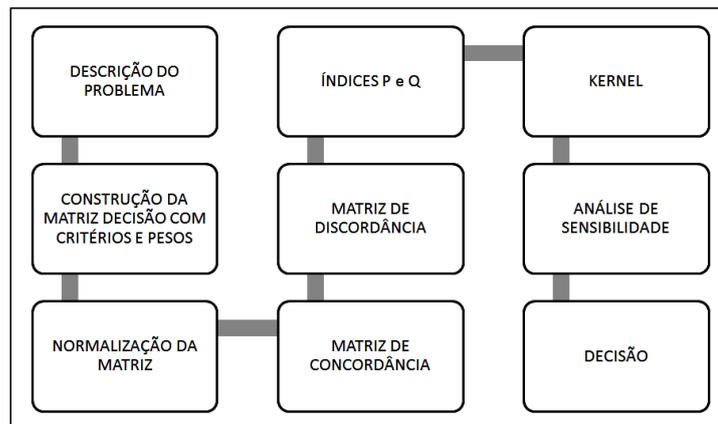
4.4 O MÉTODO ELECTRE I

O primeiro método da família ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) foi apresentado por Benayoun em 1966, e aperfeiçoado por Roy em 1968. O ELECTRE I utiliza os primeiros conceitos de concordância, discordância e sobreclassificação, orientando à escolha de uma única alternativa a qual julgava-se melhor comparativamente com as demais (Roy, 1968). O objetivo deste método é reduzir o número de alternativas a serem consideradas pelo decisor, ou seja, determinar um subconjunto de alternativas viáveis. Segundo Vincke (1992), o subconjunto resultante deste processo não é o conjunto de

alternativas boas, mas é o conjunto em que o melhor compromisso pode ser certamente encontrado.

Inicialmente, tendo-se um conjunto de alternativas com N ações, este método busca reduzir o tamanho do conjunto de ações não dominadas. O decisor poderá fornecer um conjunto de informações, que indiquem a relevância das N ações. Desta forma são colocados pesos, que crescem com a importância do critério e cada par ordenado é associado a um índice, de concordância e um de discordância, ambos variando de 0 a 1.

Figura 4.5: Passos ELECTRE I



Adaptado de Simon (1980).

O Método usa o índice de concordância para medir a vantagem que cada alternativa tem sobre as outras alternativas e o índice de discordância para medir a desvantagem relativa. O gráfico de KERNEL é usado para identificar as melhores alternativas e apresentá-las como apoio a decisão ao tomador de decisão.

Sejam:

$A = \{ a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \}$ Conjunto de Alternativas

$O = \{ o_1, o_2, o_3, \dots, o_n \}$ Conjunto de Objetivos ou Critérios

$D_{n \times n} = [d_{ij}]_{n \times n}$ Dados das Alternativas para Cada Objetivo

$W = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_n \}$ Conjunto de Pesos dos Objetivos, onde normalmente P é normalizado:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (4.1)$$

Com essas informações, monta-se a tabela abaixo:

Tabela 4.1: Matriz de Avaliação com Pesos dos Objetivos

		Pesos	w ₁	w ₂	w ₃	...	w _n
		Objetivos	o ₁	o ₂	o ₃	...	o _n
Alternativas	a ₁	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	...	d _{1n}	
	a ₂	d ₂₁	d ₂₂	d ₂₃	...	d _{2n}	
	a ₃	d ₃₁	d ₃₂	d ₃₃	...	d _{3n}	
	
	a _n	d _{n1}	d _{n2}	d _{n3}	...	d _{nn}	

O segundo passo é transformar os dados das alternativas d_{ij} para uma escala entre 0 e 1. Feito isso, calcula-se os índices de concordância e discordância entre cada par de alternativas, para então gerar as matrizes de concordância e discordância relativa (Vincke, 1992; Olson, 1996).

Sejam:

- W⁺ - soma dos pesos dos objetivos onde "a" é preferível a "b"
- W⁻ - soma dos pesos dos objetivos onde "b" é preferível a "a"
- W⁼ - soma dos pesos dos objetivos onde "a" = "b" (indiferentes)

O índice de concordância refere-se a um valor que representa uma proporção de peso para que a alternativa "a" seja preferível a "b". Em ELECTRE I, este índice é calculado pela seguinte fórmula:

$$C(a,b) = \frac{\sum(W^+ + .5W^*)}{\sum(W^+ + W^* + W^-)} \quad (4.2)$$

Por outro lado, o índice de discordância mede a desvantagem relativa entre duas alternativas "a" e "b", sendo definido como a máxima razão para cada critério (critério diferença onde "b" é preferível a "a" dividido pela distância do possível critério diferença). Segue a fórmula de cálculo do índice de discordância:

$$D(a,b) = \text{Max}\left\{\frac{Z_{bk} - Z_{ak}}{Z_k^* - Z_k^-}\right\} \forall k, b > a \quad (4.3)$$

onde:

Z_k^{*} = Consecução Melhor para critério k – dentre as avaliações das alternativas para o critério k, Z_k^{*} corresponde à melhor avaliação.

Z_k^- = Consecução Péssima para critério k – dentre as avaliações das alternativas para o critério k , Z_k^- corresponde à pior avaliação.

p : limiar de concordância,

q : limiar de discordância.

Relação de sobreclassificação: índice de concordância $\geq p$ e índice de discordância $\leq q$

Deste modo, na primeira fase do ELECTRE I é feita uma comparação par a par entre todas as alternativas. Em seguida, os índices calculados são comparados com limiares de concordância (p) e de discordância (q) para que sejam estabelecidas as relações de sobreclassificação, conforme abaixo:

$$aSb \text{ se e somente se } \{C(a,b) \geq p \text{ e } D(a,b) \leq q\}$$

Estando as relações de dominância identificadas, parte-se para a determinação do kernel – corresponde ao conjunto de alternativas que não foram dominadas por qualquer outra alternativa – no caso do ELECTRE I. O kernel é determinado em função de p – mínimo índice de concordância requerido para sobreclassificar – e q – máximo índice de discordância necessário para sobreclassificar. O algoritmo busca por alternativas não dominadas por qualquer outra alternativa (colocando essa alternativa no conjunto kernel). Elimina-se as alternativas dominadas por este conjunto kernel (colocando essas alternativas no conjunto não-kernel). A iteração se repete até que cada uma das alternativas esteja disposta ou no kernel ou no não-kernel. (Olson, 1996).

É importante destacar que o estabelecimento dos limiares, juntamente com os pesos relativos a cada critério são fatores cruciais para a definição das relações de sobreclassificação e posterior avaliação do kernel, que consiste no subconjunto de alternativas que não sobreclassifica nenhuma outra alternativa também integrante do kernel. Além disso, tem-se que, obrigatoriamente, para toda alternativa não pertencente ao kernel, existe uma alternativa pertencente ao kernel que a supera (GOMES et al., 2006)

4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Para que não haja dúvidas dos resultados produzidos pelo método, optou-se por mostrar uma aplicação passo-a-passo da metodologia tirada do trabalho de Olson (1996), onde sete alternativas foram avaliadas e quatro critérios observados, conforme tabela 4.2.

Tabela 4.2: Matriz Decisão de Avaliação

w	0,25	0,25	0,25	0,25
Crítérios	GRADUAÇÃO	CRE	JAVA	INGLÊS
ALBANO	-738	-5,3	33,8	-15
LUIZ	-702	-15,8	32,4	-15
MARCOS	-815	-14,9	35,8	-15
JÚLIO	-612	-17,2	34,5	-13
JONAS	-752	-9,7	34	-14
LUCIA	-698	-21,4	35,7	-16
AUGUSTO	-686	-16,5	33,8	-14
RENATO	-914	-4,3	30,5	-20
RITA	-878	-3,1	29,3	-16
CARLOS	-633	-39,7	34,6	-14

$W = \{ 0,25; 0,25; 0,25; 0,25 \}$ o conjunto de pesos associados aos objetivos no conjunto O. Padronizando a escala qualitativa dos critérios para uma escala numérica de valores entre 0 e 1 $\{N = (V - \text{Menor}) / (\text{Maior} - \text{Menor})\}$, tem-se a tabela 4.3.

Tabela 4.3: Matriz de Payoff Normalizada

w	0,25	0,25	0,25	0,25
Crítérios	GRADUAÇÃO	CRE	JAVA	INGLÊS
ALBANO	0,5828	0,9399	0,6923	0,7143
LUIZ	0,7020	0,6530	0,4769	0,7143
MARCOS	0,3278	0,6776	1,0000	0,7143
JÚLIO	1,0000	0,6148	0,8000	1,0000
JONAS	0,5364	0,8197	0,7231	0,8571
LUCIA	0,7152	0,5000	0,9846	0,5714
AUGUSTO	0,7550	0,6339	0,6923	0,8571
RENATO	0,0000	0,9672	0,1846	0,0000
RITA	0,1192	1,0000	0,0000	0,5714
CARLOS	0,9305	0,0000	0,8154	0,8571

O índice de concordância do elemento Alt_1 para o elemento Alt_2 , utilizando a fórmula da concordância, assume a seguinte forma:

$$C(Alt_1, Alt_2) = (0,25 \times 0) + (0,25 \times 1) + (0,25 \times 1) + (0,25 \times 0,5) = 0,625$$

Calculando os demais índices de concordância, obtém-se a tabela 4:

	ALBANO	LUIZ	MARCOS	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	0,625	0,625	0,250	0,500	0,500	0,375	0,750	0,750	0,250
LUIZ	0,375	-	0,375	0,250	0,250	0,500	0,250	0,750	0,750	0,250
MARCOS	0,375	0,625	-	0,500	0,250	0,750	0,500	0,750	0,750	0,500
JÚLIO	0,750	0,750	0,500	-	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
JONAS	0,500	0,750	0,750	0,250	-	0,500	0,625	0,750	0,750	0,375
LUCIA	0,500	0,500	0,250	0,250	0,500	-	0,250	0,750	0,625	0,500
AUGUSTO	0,625	0,750	0,500	0,250	0,375	0,750	-	0,750	0,750	0,375
RENATO	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-	0,250	0,250
RITA	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,375	0,250	0,750	-	0,250
CARLOS	0,750	0,750	0,500	0,250	0,625	0,500	0,625	0,750	0,750	-

Tabela 4. Matriz Índice de Concordância

Calculando o índice de discordância do elemento Alt₁ para o elemento Alt₂, utilizando a fórmula da discordância, assume a seguinte forma:

$$D(\text{Alt}_1, \text{Alt}_2) = \text{Max}\{(0,7020 - 0,5828) / (1 - 0)\} = 0,1192$$

Calculando os demais índices de discordância, obtém-se a tabela 5.

	ALBANO	LUIZ	MARCOS	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	0,119	0,308	0,417	0,143	0,292	0,172	0,027	0,060	0,348
LUIZ	0,287	-	0,523	0,323	0,246	0,508	0,215	0,314	0,347	0,338
MARCOS	0,262	0,374	-	0,672	0,209	0,387	0,427	0,290	0,322	0,603
JÚLIO	0,325	0,038	0,200	-	0,205	0,185	0,019	0,352	0,385	0,015
JONAS	0,120	0,166	0,277	0,464	-	0,262	0,219	0,148	0,180	0,394
LUCIA	0,440	0,153	0,178	0,429	0,320	-	0,286	0,467	0,500	0,286
AUGUSTO	0,306	0,019	0,308	0,245	0,186	0,292	-	0,333	0,366	0,175
RENATO	0,714	0,714	0,815	1,000	0,857	0,800	0,857	-	0,571	0,930
RITA	0,692	0,583	1,000	0,881	0,723	0,985	0,692	0,185	-	0,815
CARLOS	0,940	0,653	0,678	0,615	0,820	0,500	0,634	0,967	1,000	-

Tabela 5. Matriz Índice de Discordância

Adotando os parâmetros de $p = 0,6$ e $q = 0,25$ (atribuídos pelo decisor) parte-se para a montagem do kernel do problema.

	ALBANO	LUIZ	MARCO	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	1	0	0	0	0	0	1	1	0
LUIZ	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
MARCO	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
JÚLIO	0	1	0	-	1	1	1	0	0	1
JONAS	0	1	0	0	-	0	1	1	1	0
LUCIA	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
AUGUSTO	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0
RENATO	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
RITA	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0
CARLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tabela 6. Matriz de Sobreclassificação

Assim, o kernel é o subconjunto {ALBANO, MARCOS, JÚLIO} e o não-kernel o subconjunto { LUIZ, JONAS, LUCIA, AUGUSTO, RENATO, RITA, CARLOS }.

Encontram-se no (apêndice 1) varias simulações produzidas para o tomador de decisão ao final desse trabalho.

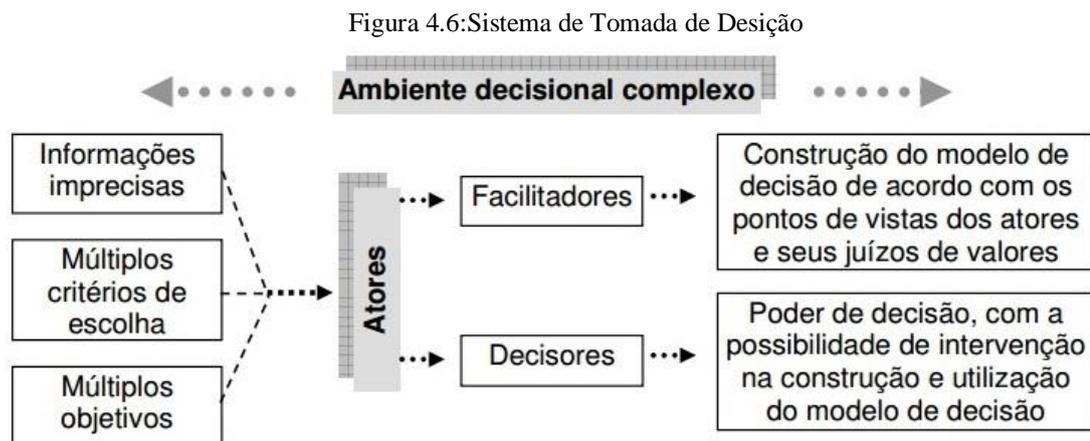
Segundo Vincke (1992), os resultados da aplicação dos métodos fundamentados na teoria da utilidade multiatributo, são ricos com respeito às relações de dominância, levando-se a uma função que permite ordenar todas as ações, da melhor para a pior. Embora, seja imprescindível considerar restrições muito fortes, tais como: existência da função utilidade e questionamentos adicionais sobre intensidade de preferências e taxas de substituição, solicitados ao decisor.

4.6 TRABALHOS RELACIONADOS

Durante o levantamento bibliográfico, foram encontrados alguns trabalhos que tratam sobre a utilização de modelos multicritério à decisão. Em grande parte deles, oferecem uma ferramenta que dá ao tomador de decisão maior condição de resolver o problema onde existem, normalmente, vários pontos de vista contraditórios que devem ser levados em conta. Este capítulo visa apresentar estes trabalhos relacionados.

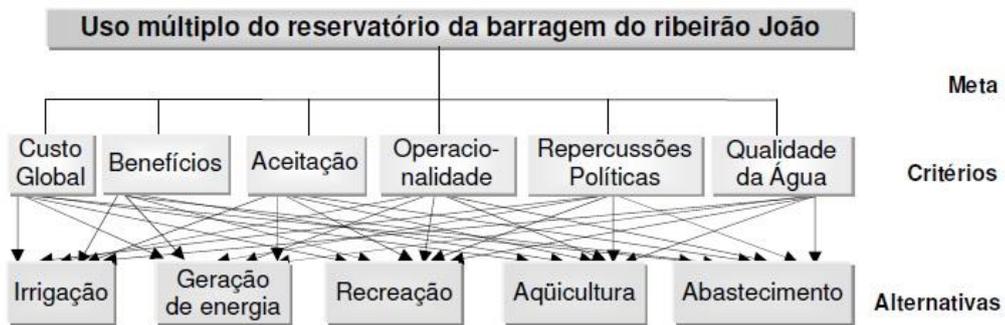
4.6.1 Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Aplicado ao uso Múltiplo de Reservatórios: Estudo da Barragem do Ribeirão João Leite

No trabalho de VILAS BOAS(2006), foi desenvolvido um modelo de apoio à decisão para facilitar o processo de escolha de alternativas de políticas, programas e projetos relacionados à gestão de recursos hídricos e, mais especificamente, ao uso múltiplo de reservatórios. Na figura 4.6 é apresentada a esquemática do processo de tomada de decisão.



Após a definição dos critérios, foram definidos alguns aspectos incluindo todos os critérios necessários para comparar o desempenho das ações. Todos os aspectos foram julgados adequados para o estudo proposto. A figura 4.7 mostra a estrutura hierárquica do modelo proposto.

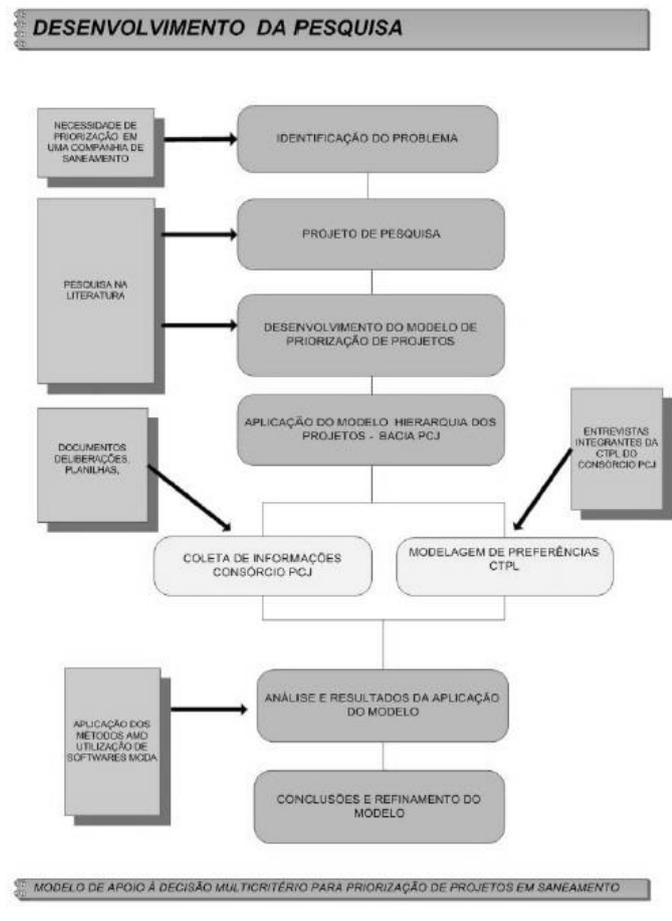
Figura 4.7: Estrutura hierárquica do modelo



4.6.2 Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para Priorização de Projetos em Saneamento

Campos (2011) propõe um modelo multicritério de apoio à decisão para apoiar decisões de hierarquia de projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Esta pesquisa traz como escopo apoiar e estruturar o processo de decisão no contexto da bacia dos rios Pircacibaba, Capivari, e Jundiaí, região sudeste do Brasil. Na figura 3 podemos ver as fases do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 4.8: Fluxograma do Planejamento da Pesquisa



4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

No capítulo 4 foi mostrada uma revisão da literatura com a modelagem multicritério, focando no método ELECTRE I. Ao final do capítulo, foi colocada a aplicação de um exercício clássico para elucidar ainda mais a resolução de um problema. O próximo capítulo descreverá detalhadamente o desenvolvimento do software.

5 DESCRIÇÃO APLICATIVO

Este capítulo está organizado em três níveis: característica geral, descrição sucinta e descrição detalhada. Na descrição detalhada a informação encontra-se organizada em categorias.

5.1 CARACTERÍSTICA GERAL

Nome do aplicativo: SELECTRE TRAINEE 1.0

Data de Criação: Agosto/2013

Língua: Português

País: Brasil

Manuais e outros Documentos: no campo ajuda do próprio aplicativo.

5.2 DESCRIÇÃO SUCINTA

Este sistema de informação é uma aplicação, que permitirá que o tomador de decisão possa executar simulações dados determinados critérios e pesos relevantes à seleção, por meio de um sistema que o apoiará a tomar decisões a nível estratégico.

O sistema é de simples manipulação, não havendo a necessidade de uma função específica para orientar o usuário no decorrer de sua aplicação, primeiro, o menu *ajuda* do programa, dá sugestões e indicações quanto ao modo interagir.

5.3 DESCRIÇÃO DETALHADA

Tem-se como questão fundamental que a regra de negócio do *software* é a utilização do método de sobreclassificação ELECTRE I que se propõe a resolver a problemática de escolha (α), ou seja, selecionar a (s) melhor (es) num conjunto de alternativas, reduzindo esse conjunto inicial para um subconjunto de alternativas sobreclassificadas que são as melhores alternativas a luz das preferências do tomador de decisão.

O levantamento de requisito do *software* foi feito com o tomador de decisão que é o analista de sistemas mais experiente da empresa. O tomador de decisão fez questão de

ênfatizar que o uso das ferramentas tradicionais não levava em conta alguns critérios que eram importantes para a PBSOFT no processo de escolha do candidato e que ele estava disposto a utilizar um novo método que pudesse verificar os candidatos dinamicamente, de forma que o rigor científico da ferramenta escolhida fosse garantido. Esse *software* trata-se de uma aplicação simples, que utiliza recursos, gráficos e de texto para interagir com o usuário, porém para uma melhor utilização deve-se criar e ministrar um treinamento adequado a todos àqueles que irão trabalhar com o novo sistema. Treinamento é outra que não se deve esquecer, pois o sistema não resistirá a entradas inadequadas ou consultas mal feitas.

Para desenvolver este sistema, foi utilizada a ferramenta de desenvolvimento RAD(Rapid Application Development) ScriptCase, que é uma ferramenta produzida pela empresa Netmake de Recife-PE, onde são gerados códigos PHP. Também foi utilizado o SGBD MySQL para fazer a persistência dos dados.

5.3.1 Requisitos Não-Funcionais

O sistema atenderá alguns requisitos Não-Funcionais que descrevem o comportamento do sistema, uma vez que tais requisitos se relacionam com a funcionalidade do sistema. Esses requisitos dizem respeito às características de desempenho do sistema. Alguns destes requisitos podem ser vistos na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Requisitos Não Funcionais

Atributo	Detalhes ou condição limite
Facilidade de uso	(Detalhe) Implementado com tecnologias que promovem uma fácil utilização do sistema através de um WEB Browser e Internet.
Linguagem de Programação	PHP com a ferramenta RAD Scriptcase
Banco de Dados	MySQL
Hardware	Computadores com baixo processamento, mas com uma banda larga intermediária.
Tipo de Interface	Utilizando o próprio browser do usuário.
Segurança	Controle de senhas e de usuários.
Sistema Operacional do Usuário	Microsoft Windows 95/98/Me 2000, XP e 7, UNIX , LINUX.

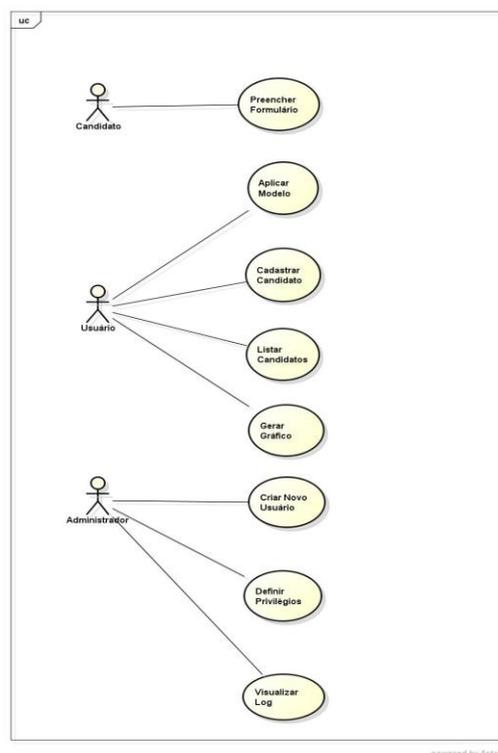
5.3.2 Identificação dos Atores do Sistema

Número de ordem	Ator	Definição
1	Usuário	Qualquer pessoa autorizada a usar o sistema para acesso a funções não gerenciais.
2	Administrador	Pessoas de nível administrativo superior que terá acesso a todas as funções disponíveis no sistema.
3	Candidato	Entidade que fornecerá os dados para a análise

5.3.3 Diagrama de Casos de Uso

Com o diagrama de casos de uso podemos ter uma representação mais simples da interação do usuário com o sistema. A seguir os casos de uso serão detalhados.

Figura 5.1: Diagrama de Casos de Uso



5.3.4 Descrição dos Casos de Uso.

- **Caso de Uso 1: Preencher Formulário:**

Atores: Candidato.

Descrição: O Candidato deverá preencher o formulário com as informações pessoais em seguida submetê-lo.

- **Caso de Uso 2: Aplicar Modelo:**

Atores: Usuário.

Descrição: O usuário deverá escolher os candidatos que faram parte do processo de seleção, em seguida escolher os critérios, com seus respectivos pesos e aplicar o modelo.

- **Caso de Uso 3: Preencher Formulário:**

Atores: Usuário.

Descrição: O usuário poderá cadastrar um candidato diretamente no sistema.

- **Caso de Uso 4: Listar Candidatos:**

Atores: Usuário.

Descrição: O usuário poderá obter uma lista com todas as informações dos candidatos cadastrados.

- **Caso de Uso 5: Gerar Gráfico:**

Atores: Usuário.

Descrição: Após a aplicação do modelo, o usuário poderá visualizar os resultados em gráficos.

- **Caso de Uso 6: Criar Novo Usuário:**

Atores: Administrador.

Descrição: O administrador poderá criar usuário que terão acesso ao sistema.

- **Caso de Uso 7: Definir Privilégios:**

Atores: Administrador.

Descrição: O administrador poderá definir privilégios de administrador a outros usuários.

- **Caso de Uso 8: Visualizar Log:**

Atores: Administrador.

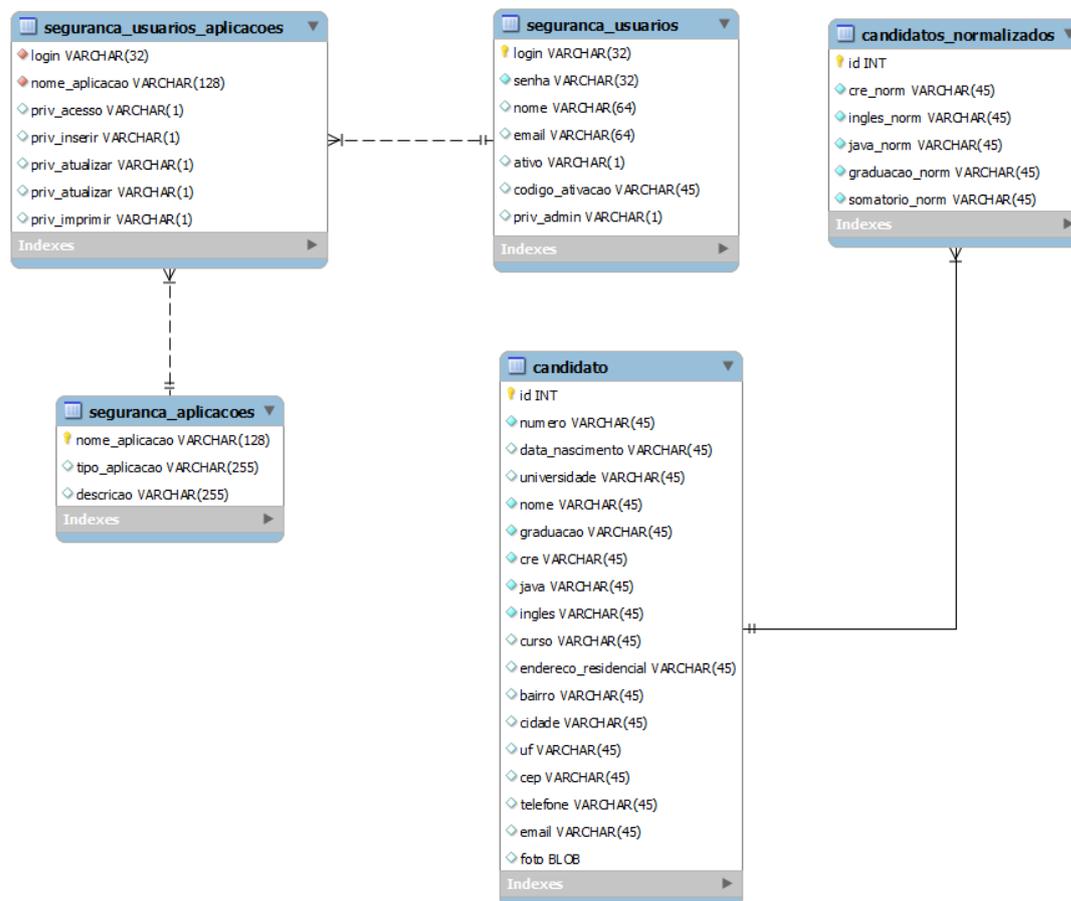
Descrição: O Administrador poderá visualizar o log de eventos do sistema.

5.3.5 Modelo Físico do Banco de Dados.

No modelo físico pode se ver como as entidades do sistema se relacionam. As tabelas com prefixo *seguranca* fazem parte do módulo de segurança e controle de permissões das aplicações. A tabela *candidatos_normalizados* é resultante da normalização dos dados da tabela *candidato*.

A normalização é um processo onde para cada critério utilizado no modelo ELECTRE I é aplicada à fórmula $N = (V - \text{Menor}) / (\text{Maior} - \text{Menor})$ onde N é o valor do atributo normalizado, V é o valor do atributo não normalizado.

Figura 5.2: Modelo Físico do Banco de Dados



5.3.5.1 Outras Informações:

Este programa é uma aplicação que pretende promover uma maior velocidade ao processo de decisão. Desta forma o decisor poderá utilizar quatro critérios inicialmente, mas depois ele poderá alterar os critérios para ter uma visão mais ampliada do problema. As vantagens será o ganho de tempo, possibilidade de avaliar outros critérios e fazer análise de sensibilidade.

5.3.6 Apresentação do Sistema

Inicialmente, o usuário deve informar seu login e senha para ter acesso ao sistema. Estes dados são previamente cadastrados pelo administrador. O sistema consulta o banco de dados e valida os dados informados.

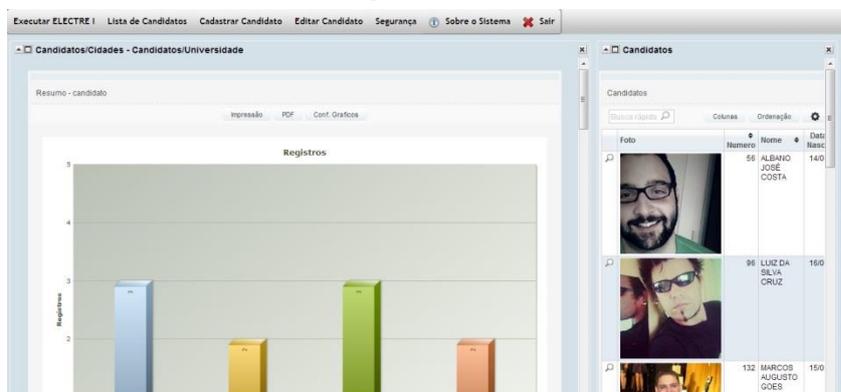
Figura 5.3: Tela de Login



Ele está organizado de forma que o usuário possa preencher os campos com o cadastro do candidato e acabando de preencher o usuário deve salvar o arquivo que será usado como banco de dados no processo de seleção.

Na tela inicial visualiza-se o menu principal na parte superior, a lista de candidatos inscritos para o processo de seleção (com seus respectivos dados) e um gráfico que apresenta a quantidade de alunos por curso inscritos para o processo de seleção. Na figura 5.4 pode-se ver a tela inicial do sistema.

Figura 5.4: Tela Inicial



O usuário do sistema poderá exportar a lista de candidato nos formatos: PDF, WORD, XLS, XML, CVS, RTF e também será possível gerar uma versão do relatório para impressão, além de ser possível configurar o gráfico alterando seu tipo, ordenação e tamanho. E também gerar uma versão em PDF e versão para impressão.

Após o usuário selecionar os candidatos que farão parte da seleção, ele deverá escolher os critérios que serão levados em consideração no processo de seleção, os pesos para cada critério e escolher se esse critério é um fator positivo ao candidato ou negativo (Figura 5.5).

Figura 5.5: Definição dos Pesos dos Critérios

Critérios	Pesos
Critério 1 (C1): GRADUAÇÃO	Peso 1 (P1): * <input type="text"/>
Critério 2 (C2): CRE	Peso 2 (P2): * <input type="text"/>
Critério 3 (C3): JAVA	Peso 3 (P3): * <input type="text"/>
Critério 4 (C4): INGLÊS	Peso 4 (P4): * <input type="text"/>

Instruções

Informe os pesos dos critérios. OBS: A soma dos pesos dos critérios não pode ser maior que 1

* Campo de preenchimento obrigatório

Ok Sair

Logo após o usuário define os limiares de concordância e de discordância para a aplicação do modelo(Figura 5.6) Após o ajuste dos limiares de concordância e discordância

os métodos calcularDiscordancia e calcularConcordancia são invocados, e as tabelas de índices são geradas e armazenadas em arrays, que são utilizados como parâmetro para o cálculo do kernel(matriz resultante do processo)

Figura 5.6: Ajuste dos Limiães

Ajuste os limiães

Voltar

P: *

Q: *

instrucoes Informe os limiães de concordância(P) e discordância(Q)

* Campo de preenchimento obrigatório

ELECTRE I

Por fim, após a aplicação do modelo, os candidatos selecionados são apresentados. Na tela é possível obter os detalhes de cada candidato selecionado, ordená-los de acordo com um critério específico, e exportar o relatório completo.

Figura 5.7: Exibição dos Resultados

Candidatos Selecionados 06/09/2013

Ordenação Exportação Pesquisa Retornar

		
ALBANO JOSÉ COSTA	MARCOS AUGUSTO GOES	JÚLIO CORSO CARVALHO

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Finalizando esse capítulo, pode-se perceber que para implantação desse *software* deve-se necessariamente garantir a:

- Necessidade de treinamento para as pessoas que trabalharão com o sistema;
- Atividades de conversão (geração de arquivos, preenchimento e correção de formulários especiais, etc.);
- Pessoal para executar em caráter experimental estas atividades adicionais de digitação;
- Entendimento básico do método para manipular o sistema bem como entender o conjunto solução e análise de sensibilidade.

6 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um *software* para o processo de seleção de candidatos a trainee, utilizando o método de sobreclassificação ELECTRE I. Depois de muita dedicação ao desenvolvimento do sistema o objetivo foi alcançado. Porém, muitas foram os obstáculos encontrados e eles serão descritos a seguir.

Para Apresentar proposta de seleção de pessoal utilizando modelo multicritério ELECTRE I, foi necessário fazer levantamento bibliográfico amplo de temas como tomada de decisão, sistemas de informação e mais precisamente dos sistemas de apoio à decisão. Pois o problema de seleção estudado está situado num ambiente complexo e o sistema de informação responsável por esse tipo decisão são os SAD.

Dentro do contexto dos SAD, foi preciso definir a relevância do banco de modelo para o SAD. Essa questão muitas vezes não é levada em consideração pela maioria dos analistas, pois grande parte dos sistemas desenvolvidos atualmente está contida no âmbito gerencial. Os SAD são sistemas complexos de serem desenvolvidos e para funcionarem precisam utilizar modelos semi ou não-estruturados para tomada de decisão. Neste trabalho optou-se por utilizar o método ELECTRE I de sobreclassificação, pois o método reduz um conjunto de alternativas garantindo que as alternativas finais sejam as melhores à luz das preferencias do tomador de decisão.

A contribuição do *software* desenvolvido se deu, sobretudo, em função das suas vantagens em relação às ferramentas utilizadas anteriormente. O modelo de seleção de pessoal feito em 2012 era engessado e sem flexibilidade. Com o *software* desenvolvido percebeu-se alguns vantagens relacionadas a seguir:

Menor custo: Com a utilização do *software* a empresa irá precisar de menos tempo para avaliar os candidatos e menos gente envolvida no processo de seleção porque toda a documentação que antes era manipulada em papel agora será digitalizada e transposta para o *software* desenvolvido.

Mais confiança: O uso de um método matemático permite que seja feita uma avaliação uniforme, ou seja, semelhante para todos os candidatos. Em um caso mais extremo, a própria distribuição física dos dados tornam menos susceptíveis aos erros ou efeitos da natureza.

Melhor desempenho: O desempenho do processo será melhorado, em testes com o protótipo pode-se observar que o tempo de resposta às interações do processo são bem menores. O processo de seleção, por sua vez, a rapidez na entrega do resultado final.

Para garantir que o sistema realmente atende às especificações, que são, 1ª servir como uma ferramenta no apoio à tomada de decisão, 2ª utilizar o modelo multicritério de apoio à decisão ELECTRE I, foram realizadas simulações onde os pesos dos critérios e os limiares de concordância e discordância foram modificados de acordo com exemplos propostos na literatura e os resultados foram devidamente validados.

Apesar de suas vantagens, não pode-se considerar, de uma maneira geral, que a utilização deste sistema de informação tenha significado o fim para as ferramentas utilizadas anteriormente. Na verdade, o processo foi melhorado, pois a *crescido do software* haverá mais rapidez e segurança no tratamento de dados e os critérios estabelecidos serão mais claros e melhor avaliados.

Ao final foi obtido um sistema que auxiliará no processo de seleção de *trainee* da empresa PBSoft que acontecerá em 2014, atuando como uma ferramenta auxiliadora no processo de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. T. O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. 2. ed. Editora Universitária, Recife, 2011.

ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Recife: Universitária UFPE, 2003

BANA E COSTA, C. A. Processo de Apoio à Decisão: O que entender por Tomada de Decisão Multicritério ou Multiobjetivo?. Apostila do Curso de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão, ENE, UFSC, 1995.

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. São Paulo: Ed. Contexto, 2004.

BERNESTEIN P. Against the Gods The Remarkable Story of Risk, USA: John Wiley e Sons, 1998.

BIDGOLI, H. Decision Support System - Principles and Practice. New York: West Publishing Company, 1989.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. Modelagem Matemática no Ensino. São Paulo: Editora Contexto, 2005. 127 páginas.

BOUYSSOU, D. Building Criteria: A prerequisite for MCDA. In: Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Springer, New York. 1990

BRANS J.-P. MARESCHAL, B. The PROMÉTHÉE methods for MCDM, the PROMCALC GAIA and BANDADVISER software. In: Readings in Multiple Criteria Decision Aid Springer Verlag, Berlin. 1990.

CAMPOS, V.R. Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos de saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, 2011.

COSTA, Ileana C. P. Notas de Aula da Disciplina: Psicologia nas Organizações. Faculdade Araucária. Paraná. 2013.

DESSLER, Gary. Administração de Recursos Humanos. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S. & EHRGOTT, M. Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys. Springer, New York. 2005.

FLAMENT, M. (1999). Glossário multicritério. Red Iberoamericana de Evaluación y Decisión Multicritério, Espanha. Disponível em: <www.unesco.org.uy/red-m/glosariom.htm>. Acesso em: 19 nov. 2004

GOMES, L. F. M. A.; ARAYA, M. C. G. & CARIGNANO, C. Tomada de decisões em cenários complexos. São Paulo: Pioneira, 2004.

- Gomes, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. Tomada de Decisão Gerencial - Enfoque Multicritério. Atlas, São Paulo. 2006.
- GORDON, Steven R. e GORDON, Judith. Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial. 3 ed. Rio de Janeiro : LTC, 2006
- KAMEL, S.; Using DSS for Crisis Management, Idea Group Publishing, 2001.
- KEENEY, R.; RAIFFA, H. Decison with Multiple Objectives - Preferences and Values Trade-offs. Jonh Wiley & Sons, 1976.
- LAUDON, KENNETH C; LAUDON, JANE P.Sistemas de informação gerenciais:administrando a empresa digital. Trad. Arlete Símile Marques. Rev. Érico Veras Marques, Belmiro João. 5.ed. São Paulo: Prencite Hall, 2004.
- MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G.; LINS, M. P. E. Análise multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do método Macbeth. Produção, v. 11, n. 2, p. 53-67, 2001.
- MENDOZA, G.A., PRABHU, R., Combining participatory modelling and multi-criteria analysis for community-based forest management. ForestEcol. Manage. 207, 2005.
- O'BRIEN, James A. Sistemas de informação: e As Decisões Gerenciais Na Era da Internet - 3ª Ed.. Autor: A. Editora: Saraiva, 2011.
- ORLICKAS, Elizenda. Consultoria interna de RH. São Paulo, Futura, 2001.
- POLATIDIS, H. et al. Selecting an appropriate multi-criteria decision analysis technique for renewable energy planning. Energy Sources, 2006.
- POWER, D. J. Decision support systems: concepts and resources for managers. Westport, Conn., Quorum Books, 2002.
- REYNOLDS, K., CUNNINGHAM, C., Bednar, L., SAUNDERS, M., FOSTER, M., OLSON, R.,SCHMOLDT, D., LATHAM, D., MILLER, B., STEFFENSON, J.,. A knowledge-based information management system for watershed analysis in the PacificNorthwest U.S. AI Appl. 1996.
- ROSSINI, Alessandro Marco. Administração de sistemas de informação e a gestão do conhecimento. 1 ed. -São Paulo: Pioneira. 2006.
- ROY B., Multicriteria methodology for decision aiding, Kluwer Academic, Paris, 1996.
- SHIM, J.P. Past, present and future of decision support technology. N: Decision Support Systems, Elsevier, 2002.
- SIMON, H. Cognitive science: The Newest Science of the Artificial. Cognitive science, 1980.
- SISKOS Y., e SPYRIDAKOS A., Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives, European Journal of Operational Research. 1999.

- SOARES, S. R. Análise multicritério com instrumento de gestão ambiental. Dissertação. UFSC, Florianópolis. 2003.
- SPRAGUE, Jr.; WATSON, H. Decision support systems: putting theory into practice. USA: Prentice-Hall, 1989.
- SPRAGUE, R. H. A Framework for the Development of Decision Support Systems, Management Information Systems Quarterly, December, 1980.
- STABELL, C. Towards a theory of decision support. In: Decision support and executive information systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, p 45-57, 1994.
- STAIR, R. M; REYNOLDS, G. W. Princípios de Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial. São Paulo: Pioneira Thomson, 2006.
- STAIR, Ralph Princípios de sistemas de informações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- TURBAN, EFRAIM; RAINER, R. KELLY; POTTER, RICHARD E. Introdução a sistemas de informação: uma abordagem gerencial. Trad. Daniel Vieira. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- VILAS BOAS, C.L, Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Aplicado ao Uso Múltiplo de Reservatórios: Estudo da Barragem do Ribeirão João Leite, Brasília, 2006
- VINCKE, P. Multirriteria Decision-Aid. Jonh Wiley & Sons, 1992.

7 APÊNDICE I

SIMULAÇÃO 1:

Pesos	0,50	0,05	0,20	0,25
Crítérios	GRADUAÇÃO	CRE	JAVA	INGLÊS
ALBANO	10	6	5	8
LUIZ	5	8	10	8
MARCOS	7	10	7	7
JÚLIO	8	6	7	6
JONAS	9	7	8	9
LUCIA	10	9	6	7
AUGUSTO	5	10	9	8
RENATO	6	9	10	9
RITA	9	8	9	7
CARLOS	10	7	9	8

P =	0,7
Q =	0,8

	ALBANO	LUIZ	MARCOS	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	1	0	0	0	0	0	1	1	0
LUIZ	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
MARCOS	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
JÚLIO	0	1	0	-	1	1	1	0	0	1
JONAS	0	1	0	0	-	0	1	1	1	0
LUCIA	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
AUGUSTO	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0
RENATO	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
RITA	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0
CARLOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Resultado: Albano, Renato e Carlos

SIMULAÇÃO 2:

Pesos	0,50	0,05	0,20	0,25
Crítérios	GRADUAÇÃO	CRE	JAVA	INGLÊS
ALBANO	10	6	5	8
LUIZ	5	8	10	8
MARCOS	7	10	7	7
JÚLIO	8	6	7	6
JONAS	9	7	8	9
LUCIA	10	9	6	7
AUGUSTO	5	10	9	8
RENATO	6	9	10	9
RITA	9	8	9	7
CARLOS	10	7	9	8

P =	0,5
Q =	0,3

	ALBANO	LUIZ	MARCOS	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LUIZ	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
MARCOS	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
JÚLIO	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
JONAS	1	0	0	1	-	0	0	0	1	0
LUCIA	0	0	1	1	0	-	0	0	0	0
AUGUSTO	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
RENATO	0	1	0	0	0	0	1	-	0	0
RITA	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0
CARLOS	1	1	0	1	0	0	0	0	1	-

Resultado: Jonas, Lúcia, Renato e Carlos

SIMULAÇÃO 3:

Pesos	0,40	0,15	0,10	0,35
Crítérios	GRADUAÇÃO	CRE	JAVA	INGLÊS
ALBANO	10	6	5	8
LUIZ	5	8	10	8
MARCOS	7	10	7	7
JÚLIO	8	6	7	6
JONAS	9	7	8	9
LUCIA	10	9	6	7
AUGUSTO	5	10	9	8
RENATO	6	9	10	9
RITA	9	8	9	7
CARLOS	10	7	9	8

P =	0,5
Q =	0,4

	ALBANO	LUIZ	MARCOS	JÚLIO	JONAS	LUCIA	AUGUSTO	RENATO	RITA	CARLOS
ALBANO	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LUIZ	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
MARCOS	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
JÚLIO	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
JONAS	1	0	0	1	-	0	0	0	1	0
LUCIA	0	0	1	1	0	-	0	0	0	0
AUGUSTO	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
RENATO	0	1	0	0	0	0	1	-	0	0
RITA	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0
CARLOS	1	1	0	1	0	0	0	0	1	-

Resultado: Lúcia, Renato e Carlos