



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Utilização de Inteligência Competitiva, da Gestão de Riscos e da Computação Aplicada para ganhos de competitividade em Instituição Organizadora de Concursos

Roberto Rosa da Silveira Junior

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Orientador

Prof. Dr. João Carlos Félix Souza

Coorientador

Prof. Dr. Clóvis Neumann

Brasília
2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RR788u Rosa da Silveira Junior, Roberto
Utilização da Inteligência Competitiva, da Gestão de Riscos e da Computação Aplicada para ganhos de competitividade em Instituição Organizadora de Concursos / Roberto Rosa da Silveira Junior; orientador João Carlos Félix; co-orientador Clóvis Neumann. -- Brasília, 2015.
94 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Computação Aplicada) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. Inteligência competitiva. 2. Análise envoltória de dados (DEA). 3. Análise multicritério (AHP). 4. Regressão. 5. Gestão de riscos. I. Félix, João Carlos, orient. II. Neumann, Clóvis, co-orient. III. Título.



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Utilização de Inteligência Competitiva, da Gestão de Riscos e da Computação Aplicada para ganhos de competitividade em Instituição Organizadora de Concursos

Roberto Rosa da Silveira Junior

Dissertação apresentada como requisito parcial para conclusão do
Mestrado Profissional em Computação Aplicada

Prof. Dr. João Carlos Félix Souza (Orientador)
EPR/FT/UnB

Prof. Dr. Clóvis Neumann (Coorientador)
EPR/FT/UnB

Prof. Dr. João Mello da Silva
EPR/FT/UnB

Prof. Dr. Sérgio Antônio Andrade de Freitas
FGA/UnB

Prof. Dr. Marcelo Ladeira
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada

Brasília, 16 de dezembro de 2015

Dedicatória

A Deus, excelso criador.

A minha esposa Juliana Louza, dádiva divina na minha vida, sempre companheira e virtuosa.

Aos meus familiares Leila (Mãe), Roberto (Pai), Edgar (Padrasto), Daniella (irmã) e Peterson (irmão).

Agradecimentos

A toda diretoria do CEBRASPE, especialmente ao professor Dr. Paulo Portela e a Sra. Maria Osmarina, pelos votos de confiança. Ao meu Diretor de área, Sr. Jorge Amorim Vaz, que, em meio a correria do dia-a-dia e de tantos afazeres e produtos a entregar, conseguiu me liberar, em tempo parcial do trabalho, para cursar o presente programa de mestrado, uma oportunidade muito sonhada e desejada por mim. Tenho certeza de que não esquecerei dos momentos vivenciados nesta experiência e buscarei trazer reflexos positivos ao meu ambiente profissional.

Ao professor Dr. Ricardo Carmona e ao Sr. Francisco Clébio pela provisão de informações valiosas para a pesquisa.

Aos colegas do programa de mestrado pela amizade, companheirismo e sinergia.

Aos professores que me orientaram com maestria neste trabalho, Dr. João Carlos Félix Souza e Dr. Clóvis Neumann, pela sapiência demonstrada nos encontros, e ainda pelo incentivo nas pesquisas e proposições de soluções junto aos obstáculos enfrentados. Lembrarei sempre dos apontamentos, conversas e conhecimentos adquiridos nas orientações.

A família Nagano, que me acolheu como um filho em Brasília prestando-me todo o suporte necessário.

A minha esposa, familiares e amigos que, a todo tempo, me motivaram nesta empreitada.

Não poderia esquecer, jamais, da força que, acredito eu, move o mundo: Deus.

Resumo

Este trabalho teve por objetivo demonstrar a utilização da inteligência competitiva, da gestão de riscos e da computação aplicada para potenciais ganhos de competitividade. Desenvolveu-se em uma Instituição organizadora e aplicadora de concursos públicos, avaliações educacionais, certificações e seleções diversas. Em relação ao procedimento técnico a pesquisa ocorreu através de estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa. Apresentou a utilização de algumas técnicas computacionalmente aplicadas, tais como: mineração de dados, simulações, técnicas paramétricas (análise de regressões) e técnicas não paramétricas (análise envoltória de dados) baseadas em programação linear. Abordou os benefícios da gestão de riscos com todo seu arcabouço de princípios e ferramentas. Buscou ainda fornecer subsídios, com revisões de teorias e aplicações, para o estabelecimento da utilização da computação aplicada.

Palavras-chave: Inteligência competitiva, análise envoltória de dados (DEA), análise multicritério (AHP), regressão, gestão de riscos.

Abstract

This study aimed to demonstrate the use of competitive intelligence and use of risk management and computational tools for competitive benefits. It developed in a exam application organization for Public Selection Exams, educational assessments, certifications and several other selections exams. Regarding the technical procedure research occurred through case study with qualitative and quantitative approach. Introduced the use of certain techniques computationally implemented, such as data mining, simulation, parametric techniques (regression analysis) and non-parametric technique (data envelopment analysis) based on linear programming. Addressed the benefits of risk management with all its framework of principles and tools. It has also sought to provide subsidies, with revisions of theories and applications, to establish the use of computational tools.

Keywords: Competitive intelligence, data envelopment analysis (DEA), analysis multi-criteria (AHP), regression analysis, risk management.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contexto da Pesquisa	1
1.2	O problema	3
1.3	Justificativa do Tema	4
1.4	Delimitação da Pesquisa	4
1.5	Objetivos da Pesquisa	4
1.5.1	Objetivo Geral	4
1.5.2	Objetivos Específicos	4
1.6	Organização do trabalho	5
1.7	Metodologia de Pesquisa	7
1.8	Justificativa de escolha das unidades-caso	9
2	Revisão do estado da arte	11
2.1	Inteligência Competitiva	11
2.2	Gestão de riscos	14
2.2.1	Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos - FMEA	17
2.3	Mapeamento de processos	18
2.4	Análise envoltória de dados (DEA)	20
2.5	Mineração de dados	24
2.6	Processo de Análise Hierárquica (AHP)	27
3	Unidade-caso I	30
3.1	Análise de riscos no processo de gestão de desenvolvimento de sistemas de informação	30
3.1.1	Objetivo da unidade-caso I	31
3.1.2	Importância do contexto organizacional para a análise de riscos	32
3.1.3	Levantamento do estado atual do processo de gestão de desenvolvi- mento de sistemas	35

3.1.4	Análise de riscos do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas com a aplicação do FMEA	36
3.1.5	Proposta de novo processo de gestão de desenvolvimento de sistemas	37
4	Unidade-caso II	53
4.1	Avaliação da eficiência no processo de locação de espaços físicos para a realização de provas usando DEA	53
4.1.1	Objetivo da unidade-caso II	54
4.1.2	Origem dos dados	55
4.1.3	Pré-Processamento	56
4.1.4	Seleção das variáveis de <i>input</i> e <i>output</i>	56
4.1.5	Aplicação da Análise Envoltória dos Dados – DEA	59
4.1.6	Resultado dos locais por eficiência	61
5	Unidade-caso III	64
5.1	Aplicação de Mineração de Dados e Inteligência Competitiva para Ganhos de Competitividade	64
5.1.1	Objetivo da unidade-caso III	64
5.1.2	Entendimento do negócio, seleção dos dados, limpeza dos dados, modelagem dos dados, avaliação do processo e execução	65
5.1.3	Aplicação de Inteligência Competitiva (I.C.)	67
5.1.4	Dados para levantamentos dos custos	67
5.1.5	Simulações	68
6	Conclusões	71
6.1	Métodos empregados para atingir os objetivos específicos:	72
6.1.1	Primeiro Objetivo específico	72
6.1.2	Segundo Objetivo específico	72
6.1.3	Terceiro Objetivo específico	73
6.1.4	Quarto Objetivo específico	73
6.2	Conclusões sobre a unidade-caso I	74
6.3	Conclusões sobre a unidade-caso II	75
6.4	Conclusões sobre a unidade-caso III	75
	Referências	78
	Apêndice	84

A	Comparações par a par dos grupos de subcritérios utilizadas na aplicação da metodologia AHP	85
B	Informações levantadas sobre a base de inscritos utilizada na unidade-caso III	90
C	Percentual acumulado em relação aos percentuais de ausentes menores que a moda (25%), considerando as simulações realizadas na unidade-caso III	93
D	Ajuste do preço médio de locação, pela inflação, considerando a base de locais de prova utilizada na unidade-caso III	95

Lista de Figuras

2.1	Processo do contínuo entendimento [73]	13
2.2	Processo de monitoramento da inteligência competitiva	13
2.3	Estrutura de gestão de riscos [4]	16
2.4	Macro elementos do BPM (adaptada [69])	19
2.5	Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão (técnica paramétrica) [?]	21
2.6	Fases do <i>CRoss Industry Standard Process for Data Mining</i> (CRISP-DM) (adaptada [60]).	25
2.7	Níveis hierárquicos do método AHP (adaptada [70]).	27
3.1	Percentuais de influência na decisão	48
3.2	Fases de análise, seleção e priorização de projetos	49
3.3	Fase de Pré-Projeto	50
3.4	Fase de Iniciação/elaboração	51
3.5	Fases de construção e transição	52
4.1	Gráfico demonstrando as fronteiras CRS e VRS.	60
5.1	Árvore de decisão obtida com as variáveis preditoras do modelo final	66

Lista de Tabelas

1.1	Percentuais dos valores gastos na realização de provas nos últimos anos pelo CESPE/CEBRASPE.	9
2.1	Modelos DEA com orientação ao insumo na versão dos multiplicadores . . .	23
2.2	Escala de importância relativa de Saaty [70].	27
2.3	Índice de Consistência Aleatória RI [70].	29
3.1	Índices de pontuação do FMEA	36
3.2	Graus de prioridade de risco	37
3.3	Modo de falha (FMEA): área demandante	38
3.4	Modo de falha (FMEA): gerência de desenvolvimento	39
3.5	Modo de falha (FMEA): processo de desenvolvimento de SIs	40
3.6	Modo de falha (FMEA): continuidade no desenvolvimento de SIs	41
3.7	Modo de falha (FMEA): sistemas	42
3.8	Modo de falha (FMEA): implantação de sistemas desenvolvidos por equipe externa	43
3.9	Critérios e subcritérios selecionados	45
3.10	Resultado da comparação par a par dos critérios	45
3.11	Resultado da comparação par a par dos critérios com normalização.	45
3.12	Cálculo do Vetor de Eigen e do percentual de influência.	46
3.13	Índice de consistência (tem como base o valor principal de Eigen).	47
3.14	Taxa de consistência para os grupos de subcritérios.	47
4.1	Identificação das variáveis obtidas para a realização dos estudos.	55
4.2	Resumo do resultado da aplicação da técnica <i>Stepwise</i> com o auxílio da ferramenta <i>RStudio Statistical Data Analysis</i> e a função <i>stepAIC</i> do pacote <i>MASS</i>	58
4.3	Resultado da regressão utilizando o modelo final.	59
4.4	Identificação dos <i>peers</i> de algumas DMUs para ilustração.	60
4.5	Resumo das informações de eficiências dos locais de realização de provas . . .	61

4.6	Exemplos de locais de prova com suas respectivas eficiências	62
5.1	Resultado das simulações	70
A.1	Subcritérios Estratégicos	85
A.2	Subcritérios Estratégicos com normalização.	86
A.3	Subcritérios Técnicos de TI.	86
A.4	Subcritérios Técnicos de TI com normalização.	87
A.5	Subcritérios de Comprometimento	87
A.6	Subcritérios de Comprometimento com normalização.	87
A.7	Subcritérios de Custo.	88
A.8	Subcritérios de Custo com normalização.	88
A.9	Valores globais do critérios - subcritérios.	89

Lista de Abreviaturas e Siglas

- AHP** *Analytic Hierarchy Process*. xi, 5, 6, 8, 11, 27–29, 31, 40, 41, 44, 46, 72, 74
- AIC** *Akaike Information Criterion*. 57
- APF** *Administração Pública Federal*. 30
- BPM** *Business Process Management*. xi, 5, 6, 8, 19, 31, 32, 74
- BPMN** *Business Process Modeling Notation*. 20, 49, 50
- BPMS** *Business Process Management System*. 19
- CEBRASPE** *Centro Brasileiro de Pesquisa em Avaliação e Seleção e de Promoção de Eventos*. xii, 2–6, 8, 9, 30, 31, 36, 41, 44, 53, 54, 65, 67, 68, 71, 73, 74
- CESPE** *Centro de Seleção e de Promoção de Eventos*. xii, 2, 3, 9
- CI** *Consistency Index*. 29, 46
- CNE** *Comparecimento Não Esperado*. 68, 69, 76
- COLS** *Corrected Ordinary Least Squares*. 20, 21
- CR** *Consistency rate*. 29, 46
- CRISP-DM** *Cross Industry Standard Process for Data Mining*. xi, 24–26, 65
- CRS** *Constant Returns to Scale*. xi, 22, 23, 59, 60
- DEA** *Data Envelopment Analysis*. ix, xi, xii, 5–8, 11, 20–24, 53–55, 57, 59–61, 72, 73, 75
- DFSS** *Design For Six Sigma*. 31
- DM** *Data Mining*. 24, 26
- DMU** *Data Making Unit*. xii, 21–23, 59–61, 63, 75

EP Eficiência Produtiva. 22

ET Eficiência Técnica. 22

FMEA *Failure Mode and Effect Analysis*. viii, ix, xii, 5, 6, 8, 17, 18, 30–32, 36–43, 50, 73, 74

FUB Fundação Universidade de Brasília. 2, 3

GRU Guia de recolhimento da União. 65

I.C. Inteligência Competitiva. ix, 11–14, 67

IN Instrução Normativa. 30

MEC Ministério da Educação. 2

NCC Não Comparecimento Controlado. 68–70, 76, 77

O.S. Organização Social. 2, 3, 5, 71

OLS *Ordinary Least Squares*. 20, 21

PDTI Plano Diretor de Tecnologia da Informação. 30

PEI Planejamento Estratégico Institucional. 31

PPCA/UnB Programa de Mestrado Profissional em Computação Aplicada da Universidade de Brasília. 6

RI *Random Consistency Index*. xii, 29

RPN *Risk Priority Number*. 18, 37

SAD Sistema de Apoio a Decisão. 31

SFA *Stochastic Frontier Analysis*. 20, 21

SGBD Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados. 65

SIs Sistemas de Informações. 6, 8, 72–74

SVM *Support Vector Machines*. 26

TI Tecnologia da Informação. xiii, 35, 36, 38–41, 43, 45–47, 86, 87

UnB Universidade de Brasília. 3

VRS *Variable Returns to Scale*. xi, 22, 23, 59–61

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo tem por finalidade descrever o contexto da pesquisa, apresentar o problema, a justificativa, a delimitação da pesquisa, os objetivos (geral e específicos) e a organização do trabalho.

1.1 Contexto da Pesquisa

O legislador constituinte fez constar no corpo da Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, no art. 37, II, o seguinte texto:

II. a investidura em cargo ou emprego público depende de aprovação prévia em concurso público de provas ou de provas e títulos, ressalvadas as nomeações para cargo em comissão declarado em lei de livre nomeação e exoneração.

A instituição do concurso público para provimento de cargos no aparelho do Estado Brasileiro constitui-se num forte atrator de recursos humanos desde meados do século passado [24]. De uma forma geral, a sociedade entende a investidura em cargo ou emprego público através de concurso como um patrimônio do país e uma oportunidade, a qualquer cidadão, de ter acesso aos cargos públicos através do mérito, sem depender de relacionamentos pessoais, apadrinhamentos ou parentescos. É possível afirmar que uma elite egressa da classe média projetou-se na conformação da burocracia estatal brasileira [24].

Ocupações em cargos do setor público no período situado entre 2003 e 2010 aumentaram 30,2%, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), elaborada pelo Ministério do Trabalho e Emprego [46]. Nesse mesmo período foi verificado um maior crescimento no provimento de cargos na Administração municipal (39,3%), seguido pelo governo federal (30,3%), pelos governos estaduais (19,1%) e pelas estatais (11,5%) [46].

Assim, devido ao grande número de vagas abertas para a ocupação em cargos públicos, a sociedade está atenta para a realização de concursos públicos. Para não ser surpreendida negativamente, uma Organização qualquer, precisa aprender a identificar, analisar e controlar os seus riscos [40]. Como isso vale para qualquer Organização, estão inseridas neste contexto as Instituições aplicadoras de concursos públicos. Gilb descreve o seguinte princípio sobre a gestão de riscos nas Organizações: *“If you don’t actively attack the risks, they will actively attack you”* [40]. Ou seja, se os riscos não forem ativamente atacados, eles irão atacar ativamente.

Diante da complexidade organizacional atual alguns aspectos estão cada vez mais presentes, tais como a globalização dos mercados, os novos sistemas produtivos, a necessidade de uma gestão racional, questões de sustentabilidade e ainda a transparência com gastos. Uma Organização, vendo como seus fornecedores, seu mercado, sua mão-de-obra, a coletividade ao nível local, nacional e internacional e mesmo seus concorrentes fazem em realidade parte do mesmo sistema que ela, começa a perceber a interdependência sistêmica e a estimar suas consequências [56]. Deste modo a eficiência passa a ser crucial para o desenvolvimento e sobrevivência de qualquer Organização.

Frente a estas questões o presente trabalho apresenta a utilização de algumas técnicas, computacionalmente aplicadas, buscando fornecer ganhos de competitividade em uma Instituição Organizadora de Concursos. Potencialidades da Mineração de dados, simulações, técnicas paramétricas (análise de regressão) e técnicas não paramétricas (análise envoltória de dados) baseadas em programação linear são demonstradas com aplicações. Devido a questões de limitação de recursos é necessário ainda analisar e propor melhorias de alguns processos prioritários e fundamentais, considerando o ambiente externo e interno da Organização. Para isso, o trabalho em voga busca evidenciar os benefícios da Gestão de Riscos com todo seu arcabouço de princípios e ferramentas. Pretende-se também dar subsídios, com revisões de teorias e aplicações, para o estabelecimento da utilização da computação aplicada aliada a Gestão de Riscos na Organização estudada.

A Instituição aplicadora de concursos públicos considerada será o Centro Brasileiro de Pesquisa em Avaliação e Seleção e de Promoção de Eventos (CEBRASPE). O CEBRASPE é uma Organização Social (O.S.) que, além de concursos públicos, realiza processos seletivos, certificações e pesquisas na área educacional, bem como elaboração e aplicação de avaliações educacionais. Foi criado para absorver as atividades desenvolvidas pelo Centro de Seleção e de Promoção de Eventos (CESPE), centro de custo da Fundação Universidade de Brasília (FUB), e, por essa razão, passa a utilizar a marca CEBRASPE de acordo com seu estatuto e contrato de gestão firmado com o Ministério da Educação (MEC).

A intenção da pesquisa é, diante do contexto atual complexo das organizações com necessidades de melhorias em processos e considerando a gestão de riscos, demonstrar

vantagens competitivas advindas com a utilização da inteligência competitiva, gestão de riscos e de ferramentas computacionais aplicadas no CEBRASPE para aperfeiçoamento de serviços prestados aos candidatos, buscando uma maior eficiência. Isso não quer dizer que a Organização estudada seja ineficiente, mas sim que a eficiência praticada pode ser aprimorada.

O contexto da aplicação de concursos públicos abrange riscos diversos que vão desde a concepção do evento até a divulgação do resultado final, passando por riscos na disponibilidade de sistemas diversos (inscrição e recursos, por exemplo), no recebimento de arquivos bancários contendo os registros dos pagamentos de taxas de inscrição em datas estabelecidas, no tratamento de pagamentos extemporâneos de inscrições, nas trocas de locais de prova já divulgados aos candidatos, na ocorrência de manifestações ou festas em proximidades dos locais de prova no dia de realização de concurso, ausências de fiscais em alguma etapa etc. São riscos que podem comprometer a aplicação de um concurso e que precisam ter uma atenção e procedimentos de prevenção e de respostas a incidentes previstos. Assim, toda possibilidade de ganho, inclusive em termos de eficiência em algum processo, qualquer que seja ele, deve considerar tal contexto.

É certo ainda que algumas seleções realizadas são de suma necessidade para o país e não podem deixar espaços para ameaças, insegurança e desconfiança, afinal são estas seleções que concebem atores importantes para a sociedade tais como juízes, auditores de diversas áreas, policiais, professores e diplomatas, dentre outros.

1.2 O problema

O CEBRASPE é uma associação civil sem fins lucrativos de direito privado, e qualificado como O.S. pelo Decreto nº 8.078, de 19 de agosto de 2013, publicado no DOU em 20 de agosto de 2013. O CEBRASPE foi criado para absorver as atividades desenvolvidas pelo CESPE, centro de custo da FUB. Neste sentido, o CEBRASPE deixa de estar amparado pelo “escudo” de mecanismos do Estado, isto é, deixa de utilizar sistemas do governo federal para controles, se abdica de isenções em procedimentos diversos, deixa de ser assistido pelo procuradoria jurídica da Universidade de Brasília (UnB), e deixa ainda de contar com o aporte financeiro da Universidade de Brasília (UnB), em casos de necessidades emergenciais ou de investimento. Atuando como O.S. o CEBRASPE deve atingir os objetivos propostos em contrato de gestão firmado para possibilitar a renovação desta condição de O.S. periodicamente. Dessa forma, o problema seria como o CEBRASPE vai se consolidar, aperfeiçoando sua capacidade competitiva, como O.S..

1.3 Justificativa do Tema

Diante do problema exposto, é notória a necessidade, nesta nova realidade, diante dessa mudança de personalidade jurídica, de empenho da Direção e dos colaboradores do CEBRASPE na busca de mais eficiência em seus processos, para que a Organização se torne ainda mais competitiva e permaneça bem situada no mercado de concursos públicos, avaliações e certificações. O tema, relacionado a ganhos de competitividade, justifica-se então pela preocupação citada. Conforme explicitado neste trabalho, ganhos de competitividade podem ser obtidos também com os benefícios vislumbrados através da utilização de inteligência competitiva, da gestão de riscos e com o uso de ferramentas computacionalmente aplicadas.

1.4 Delimitação da Pesquisa

Esta pesquisa fundamenta-se em normas e resoluções relacionadas à gestão de riscos e documentos do CEBRASPE em vigor. Fundamenta-se ainda em conceitos, princípios e experiências práticas a respeito da utilização da inteligência competitiva e ferramentas computacionais para viabilizar aplicações de modelos estatísticos e(ou) matemáticos para a obtenção de ganhos de eficiência.

Em seu desenvolvimento foram avaliados dados referentes a alguns concursos e seus respectivos candidatos, situados entre os anos de 2011 e 2014, disponibilizados pelo CEBRASPE.

Para preservar a privacidade e confidencialidade de clientes do CEBRASPE, algumas informações como as descrições de concursos, dados de identificação de candidatos e locais de prova não foram fornecidos pela organizadora.

1.5 Objetivos da Pesquisa

1.5.1 Objetivo Geral

Demonstrar potenciais ganhos de competitividade para a Organização estudada, em processos e retornos financeiros, provenientes da utilização da inteligência competitiva, dos princípios da Gestão de Riscos e também através do uso de ferramentas computacionais aplicadas.

1.5.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos podem ser enumerados da seguinte forma:

1. Realizar uma revisão da literatura com os temas utilizados na pesquisa para demonstrar potenciais ganhos de competitividade. Dessa forma, fundamentar os conceitos de inteligência competitiva, gestão de riscos e mapeamento de processos, *Business Process Management* (BPM), bem como fundamentar o modelo de eficiência não paramétrico conhecido como análise envoltória de dados, *Data Envelopment Analysis* (DEA). Descrever a forma de análise hierárquica de processos, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), como modelo multicritério de priorização e apoio à decisão. Destacar, acerca da computação aplicada, os temas de sistemas de informação e mineração de dados.
2. Utilizar a gestão de riscos em contexto específico para propor melhorias através do desenho de um novo processo para gestão no desenvolvimento de sistemas de informações. Identificar, analisar e avaliar riscos com a ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Aplicar análise multicritério (AHP) para selecionar projetos de sistemas de informação, considerando os objetivos estratégicos da Organização.
3. Aplicar a análise envoltória de dados (DEA) e a técnica *Stepwise* para demonstrar melhorias de eficiência na escolha de locais para a realização de provas.
4. Apresentar as aplicações de mineração de dados e inteligência competitiva, realizar simulações para demonstrar ganhos de eficiência na alocação de candidatos em salas de realização de provas.

1.6 Organização do trabalho

Os procedimentos para pesquisa e os planos compõem os projetos de pesquisa, que abrangem as decisões desde suposições amplas até métodos detalhados de coleta e análise de dados [30].

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas:

Etapa 01: Definição do problema e do objetivo. O problema seria como o CEBRASPE vai se consolidar, aperfeiçoando sua capacidade competitiva, como O.S.. O objetivo é demonstrar ganhos de competitividade para a Organização estudada buscando eficiência em seus processos através da utilização dos conceitos e práticas da inteligência competitiva, dos princípios da gestão de riscos e também através do uso de ferramentas computacionais aplicadas. Após a definição do problema de pesquisa e dos objetivos, colocou-se em curso a execução das outras etapas;

Etapa 02: Aqui entram três grandes itens para a viabilização do presente estudo de caso. As necessidades do CEBRASPE de se tornar competitivo nas suas atividades e na utilização dos seus recursos; uma revisão da literatura abrangendo os principais conceitos sobre inteligência competitiva, gestão de riscos, mapeamento de processos, modelos de eficiência através de análise envoltória de dados (DEA) e análise multicritério (AHP). Acerca de computação aplicada destacou-se os temas de sistemas de informação e mineração de dados; tudo isso fundamentou a pesquisa juntamente com as disciplinas da estrutura curricular do Programa de Mestrado Profissional em Computação Aplicada da Universidade de Brasília (PPCA/UnB).

Etapa 03: Nesta etapa aplicou-se processos metodológicos de estudo de caso com a utilização da computação aplicada e dos princípios da gestão de riscos.

Etapa 04: Demonstração de potenciais ganhos de competitividade.

Etapa 05: Considerações finais.

A revisão bibliográfica de temas pertinentes foi motivada por aspectos que abrangem potenciais ganhos de competitividade na Organização considerada. Esta revisão bibliográfica, juntamente com competências e habilidades adquiridas em disciplinas da estrutura curricular do PPCA/UnB, suportaram a pesquisa e serviu de fundamentação para a busca, para a identificação e ainda para a utilização da computação aplicada bem como da gestão de riscos, considerando seus princípios e diretrizes, no intuito de obter ganhos de eficiência para o CEBRASPE.

Para cada um dos aspectos considerados para ganhos de competitividade, chamadas aqui de unidades-caso, foi contemplado uma forma de coleta de dados, a utilização de ferramentas e técnicas específicas e os resultados.

A dissertação está organizada em seis capítulos, descritos a seguir.

O capítulo um apresenta o contexto da pesquisa, o problema a ser estudado, a justificativa do tema para a realização da pesquisa, a delimitação da pesquisa, a contribuição esperada, os objetivos a serem alcançados e a organização do trabalho. Destaca ainda a metodologia, abrangendo a natureza, a abordagem e o procedimento técnico da pesquisa.

O capítulo dois contempla uma revisão da literatura, abordando a parte de fundamentação teórica, dos tópicos estabelecidos no objetivo do trabalho.

O capítulo três aborda um dos aspectos utilizados para a obtenção de ganhos de competitividade, a gestão do processo de desenvolvimento de Sistemas de Informações (SIs). Uma técnica multicritério (AHP) é utilizada, assim como uma ferramenta para identificação, análise e avaliação de riscos, o (FMEA), e ainda a gestão de processos de negócio, o (BPM), para propor um processo de gestão do desenvolvimento de SIs.

O capítulo quatro aborda outro aspecto utilizado para a obtenção de ganhos de competitividade, a locação de espaços físicos para a realização de provas. Uma técnica estatística não paramétrica (DEA) juntamente com a técnica *Stepwise* são aplicadas para a escolha de locais de provas mais eficientes, considerando o preço de locação e as características destes locais de prova (capacidade, quantidade de banheiros e questões de acessibilidade, dentre outras características).

O capítulo cinco trata sobre eficiência no processo de ensalamento de candidatos, mais um aspecto utilizado para buscar ganhos de competitividade. Uma base de dados de candidatos é explorada com técnicas de mineração de dados e conhecimentos descobertos são utilizados através do processo de inteligência competitiva (parte da gestão do conhecimento). Com isso uma forma de ensalamento otimizada é proposta.

No capítulo seis são apresentadas as considerações finais, os métodos empregados para o alcance dos objetivos específicos e algumas sugestões para trabalhos futuros.

1.7 Metodologia de Pesquisa

O método se configura como um conjunto de processos utilizados para conhecer uma determinada realidade, onde se utilizam determinados objetivos, procedimentos ou, até mesmo, comportamentos [59].

Em relação a natureza da pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada. Em termos de abordagem, este trabalho utilizou métodos mistos concomitantes, onde foram convergidos ou misturados dados quantitativos e qualitativos para a realização de uma análise abrangente sobre o tema de pesquisa [30]. O tema da pesquisa em voga é a utilização de técnicas e de ferramentas computacionalmente aplicadas para ganhos de competitividade.

A presente pesquisa possui objetivo exploratório, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses [9]. Em relação ao procedimento técnico a pesquisa ocorreu através de estudos de caso em uma Instituição organizadora e aplicadora de concursos públicos, avaliações educacionais, certificações e seleções. O estudo de caso justifica sua importância por reunir informações numerosas e detalhadas que possibilitem apreender a totalidade de uma situação. A riqueza das informações detalhadas auxilia o pesquisador num maior conhecimento e numa possível resolução de problemas relacionados ao assunto estudado [18].

O estudo de caso não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, mas é possível definir quatro fases que mostram o seu delineamento [39]:

1. Delimitação da unidade-caso;
2. Coleta de dados;

3. Seleção, análise e interpretação dos dados;
4. Elaboração do relatório.

Os capítulos três, quatro e cinco desta pesquisa abordam aspectos utilizados para a obtenção de ganhos de competitividade. As fases citadas anteriormente para a delimitação de um estudo de caso estão contempladas em cada um desses capítulos conforme descrições a seguir:

Capítulo três: em relação a delimitação temos a proposição de um processo de gestão no desenvolvimento de SIs considerando aspectos da gestão de riscos segundo a Norma NBR ISO 31000 (2009) [4]. Como meio de coleta de dados foram utilizadas técnicas de entrevista e observação. Depois disso utilizou-se AHP, FMEA e BPM para seleção, análise e interpretação das informações. O relatório neste caso aponta um modelo de fluxo de processos a ser utilizado.

Capítulo quatro: na delimitação temos a busca de eficiência na alocação de locais de prova. Em relação aos dados, foram utilizadas extrações de um banco de dados do CEBRASPE com informações de 431 locais de provas da região do Distrito Federal. Esse banco de dados é oriundo de um sistema específico para administração cadastral das instalações dessas localidades. Para seleção, análise e interpretação utilizou-se as técnicas *Stepwise* e DEA. O relatório consiste no apontamento de locais de prova com seus níveis relativos de eficiência.

Capítulo cinco: a busca de eficiência no processo de ensalamento de candidatos se enquadra na delimitação do estudo de caso. Em relação aos dados, foram utilizadas extrações de um banco de dados do CEBRASPE com informações de 3.783.863 candidatos inscritos em vinte e sete concursos. As informações são exploradas com técnicas de mineração de dados e os conhecimentos descobertos são utilizados considerando aspectos de inteligência competitiva (parte da gestão do conhecimento). Com isso uma forma de ensalamento otimizada é proposta. O relatório é o resultado das simulações.

Outras informações sobre a delimitação da unidade-caso, a coleta de dados e sua origem, forma de seleção, análise e interpretação dos dados e ainda a elaboração do relatório ou resultado serão abordadas de forma detalhada em cada um dos capítulos que abrangem os aspectos para ganhos de competitividade.

1.8 Justificativa de escolha das unidades-caso

O trabalho buscou apontar melhorias em processos do CEBRASPE que são críticos ou que concentram grandes dispêndios de recursos financeiros. A gestão de riscos no desenvolvimento de sistemas foi alvo de críticas em relatórios gerados por consultoria realizada na Organização, e até uma iniciativa estratégica foi sugerida e instituída para propor melhorias neste processo. O envolvimento do autor desta pesquisa nesta iniciativa estratégica oportunizou o vislumbre da utilização da gestão de riscos para a identificação, análise e proposta de respostas a riscos críticos identificados, assunto tratado na unidade-caso I.

Outros processos trabalhados nesta pesquisa são aqueles envolvidos, de alguma forma, nas aplicações das provas objetivas, que representam bem mais da metade da previsão de recursos financeiros relativos às aplicações em geral. A tabela 1.1 apresenta o percentual de gastos do CESPE/CEBRASPE com processos relativos às etapas de pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação das provas objetivas nos últimos anos:

Tabela 1.1: Percentuais dos valores gastos na realização de provas nos últimos anos pelo CESPE/CEBRASPE.

Ano	Pré- Aplicação	Aplicação	Pós- Aplicação
2014	8,75%	71,50%	19,75%
2013	11,93%	61,05%	27,02%
2012	11,74%	65,77%	22,49%
2011	8,17%	80,87%	10,97%
2010	12,01%	78,19%	9,80%

A fase de pré-aplicação das provas objetivas abrange basicamente as seguintes atividades: confecção de editais, programação de sistemas de inscrição, análise de isenções, elaboração das provas objetivas, impressão e empacotamento das provas e demais instrumentos de aplicação.

A fase de aplicação abrange custos com os recursos humanos necessários (pessoal contratado), a saber: coordenadores e subcoordenadores de locais, fiscais e chefes de sala, porteiros, inspetores de segurança, auxiliares de limpeza e médico. Abrange também custos com locação de espaço físico, com deslocamento aéreo e terrestre de coordenadores de aplicação e de material de aplicação, diárias para hospedagens e alimentação de pessoal.

A fase de pós-aplicação das provas objetivas abrange as etapas seguintes (quando elas existem): aplicação de prova prática, discursiva, de informática, de digitação, prova oral, exame médico, perícia médica, avaliação psicológica, avaliação de títulos, avaliação de aptidão física, defesa de memorial e sindicância de vida pregressa. Esta fase de pós-aplicação abrange ainda os processamentos necessários dos instrumentos de prova utilizados e as publicações dos resultados.

Dessa forma as unidades-caso II e III contemplam processos da fase de aplicação das provas objetivas. A unidade-caso II trabalha a eficiência na alocação de locais de realização de provas, isto é, apresenta técnicas computacionalmente aplicadas para sugerir a escolha de locais de prova com maiores benefícios (com maior capacidade, número de salas superior etc) e menor custo. A unidade-caso III apresenta uma proposta de otimização no processo de ensalamento de candidatos, ou seja, considerando o número de ausentes, informação apontada com técnica de mineração de dados, é possível considerar um percentual de ausência controlada de candidatos para utilizar uma quantidade menor de salas na alocação dos participantes. Isso traz como consequência a utilização de um número menor de espaços físicos, menor utilização de coordenadores de aplicação, fiscais, chefes e outros recursos contratados para a atuação nos momentos de aplicação de provas objetivas.

Capítulo 2

Revisão do estado da arte

Na revisão da literatura a seguir buscou-se destacar conceitos de inteligência competitiva, gestão de riscos e mapeamento de processos. A revisão contemplou ainda a análise envoltória de dados, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA), um modelo para análise de eficiência, e um modelo de análise multicritério, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Acerca de computação aplicada destacou-se os temas de sistemas de informação e mineração de dados, que fundamentaram a pesquisa que foi desenvolvida.

2.1 Inteligência Competitiva

Inicialmente o termo “Organização” será abordado, que nesse contexto se apresenta através de uma concepção sistêmica, ou seja, a Organização como uma totalidade integrada através de diferentes níveis de relações. Sua natureza é dinâmica e suas estruturas não são rígidas, mas sim flexíveis embora estáveis, bem como resultam das interações e interdependência de suas partes [22].

A Inteligência Competitiva (I.C.) está muito ligada à noção de processo e objetiva agregar valor à informação, fortalecendo seu caráter estratégico, catalisando, assim, o processo de crescimento organizacional. Nesse sentido, a coleta, tratamento, análise e contextualização de informação permitem a geração de produtos de inteligência, que facilitam e otimizam a tomada de decisão no âmbito tático e estratégico [19].

I.C. é um processo sistemático que transforma bits e partes de informações competitivas em conhecimento estratégico para a tomada de decisão [83].

O processo de I.C. é importante para as organizações que necessitam ser competitivas frente ao mercado consumidor, quer seja regional, nacional ou internacional [58]. Competitividade é um conceito holístico [58]. Tomando-se a Unidade de Negócios como elemento básico de análise, competitividade pode ser definida como a capacidade desta formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conser-

var, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Ser competitivo é ter condições de concorrer com um ou mais fabricantes e/ou fornecedores de bens ou serviços em um determinado mercado [58].

A I.C. ocorre em ambientes organizacionais e, portanto, recebe influência constante de fatores internos e externos. Conhecer os diferentes ambientes organizacionais também é fundamental para compreender o processo de I.C. nas organizações. As organizações podem ser explicadas através da formação de três diferentes ambientes: o primeiro, conhecido como fluxo-formal, está ligado ao próprio organograma, considerando as diversas divisões internas da Organização (setoriais, gerenciais etc); o segundo, conhecido como fluxos informais, está relacionado às interações entre as pessoas (recursos humanos) dos diferentes setores internos da Organização; o terceiro, é composto pela estrutura informacional propriamente dita, isto é, abrange a geração de dados, passando pela informação e chegando ao conhecimento obtido através dos dois ambientes anteriores [84].

A “gestão da informação” tem como foco o negócio da Organização e sua ação é restrita aos fluxos formais; a “gestão do conhecimento” tem como foco o capital intelectual e sua ação é restrita aos fluxos informais; finalizando, a “inteligência competitiva” tem o foco nas estratégias da Organização e sua ação não é restrita a um dos fluxos, isto é, ela trabalha com os dois fluxos informacionais (formais e informais) [84]. Assim, dados, informação e conhecimento, são matérias-primas para o processo de I.C..

O conhecimento é gerado pelas informações que puderam ser coletadas, entendidas e registradas, ou seja, aliado a algum estímulo, a informação resulta num determinado conhecimento [73]. A figura 2.1 proposta por Shedroff [73] esquematiza uma relação entre dados, informação e conhecimento. Ele acrescenta ainda a sabedoria, que não será discutida nesta pesquisa.

A prospecção e o monitoramento informacional são etapas fundamentais do processo de I.C.. Através da prospecção informacional é possível estabelecer um mapa inicial de fontes de dados, informação e conhecimento essenciais ao negócio da Organização. Existem outros termos sinônimos de prospecção e monitoramento informacional, como exemplo pode-se citar: mineração de dados e vigília respectivamente. Vigília surge de uma corrente francesa na área de I.C. e subdivide-se em três: a) vigília científica e técnica, orientada para a pesquisa e desenvolvimento (patentes); b) vigília tecnológica, orientada para o produto e para a tecnologia (inovação); c) vigília comercial, orientada principalmente para o exame atento do ambiente (mercado) [32]. O assunto “mineração de dados” será abordado de forma mais detalhada em item específico dessa revisão da literatura.

O monitoramento é um dos focos da inteligência competitiva, visto que transforma informação bruta em inteligência, ou seja, é um esforço sistemático e organizado pela empresa para observação, captação, análise e recuperação de informações [63]. O processo

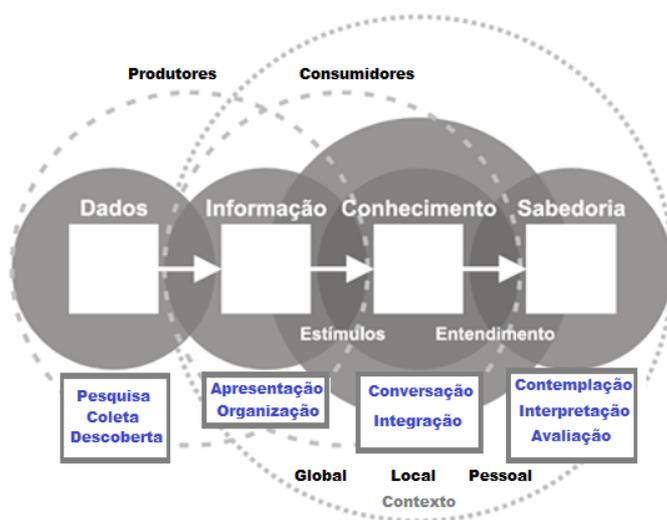


Figura 2.1: Processo do contínuo entendimento [73]

de monitoramento deve ser dinâmico e contínuo na coleta, análise, avaliação e síntese da informação, possibilitando que a I.C. seja utilizada como recurso estratégico, na tomada de decisão pela Organização [10] [29]. A figura 2.2 foi esquematizada tendo como base esse processo de monitoramento da inteligência competitiva.

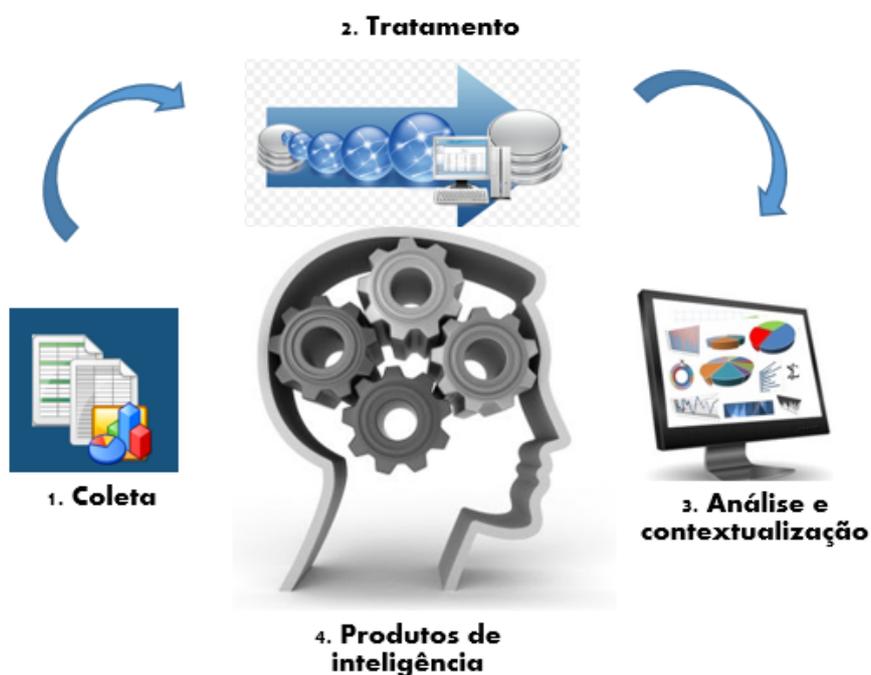


Figura 2.2: Processo de monitoramento da inteligência competitiva

O monitoramento precisa selecionar cuidadosamente, dentre um grande número de informações, aquelas que têm potencial relevância, assim como deve funcionar como uma

antena na identificação de novas oportunidades e sinais de mudança no ambiente. Ao mesmo tempo, deve ajudar a Organização a não perder o foco estratégico no processo de coleta, armazenagem, análise e disseminação da informação. Nesse sentido, o aspecto humano é indispensável na definição do sistema, ou seja, na coleta, na análise, validação, interpretação e disseminação das informações [75].

O profissional da informação é fundamental para o êxito do processo de inteligência competitiva em organizações. Esse profissional desenvolve um trabalho voltado ao trinômio dados, informação e conhecimento, visando apoiar as atividades desenvolvidas pela Organização, gerando desse modo, apoio e suporte as diversas atividades desenvolvidas pelos indivíduos que nela atuam. Ao profissional da informação, cabe um perfil dinâmico, arrojado, inovador e empreendedor. Esse profissional pode atuar na equipe de I.C. e desenvolver atividades relacionadas ao monitoramento, organização e tratamento de informações estratégicas para a Organização [42].

2.2 Gestão de riscos

A norma NBR ISO 31000 (2009) [4], que versa sobre “Gestão de riscos – princípios de diretrizes”, inicia seu conteúdo afirmando que organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências e fatores internos e externos que tornam incerto se e quando elas atingirão seus objetivos. O efeito que essa incerteza tem sobre os objetivos da Organização é chamado de “risco”. Afirma ainda que a gestão de riscos pode ser aplicada numa Organização, em suas várias áreas e níveis, a qualquer momento, bem como a funções, atividades e projetos específicos.

Uma característica-chave da NBR ISO 31000 (2009) [4] é a inclusão do estabelecimento do contexto como uma atividade no início deste processo genérico de gestão de riscos. O estabelecimento do contexto captura os objetivos da Organização, o ambiente em que ela persegue esses objetivos, suas partes interessadas e a diversidade de critérios de risco – o que auxiliará a revelar e avaliar a natureza e a complexidade de seus riscos.

Essa norma possibilita a uma Organização ou Instituição, dentre vários outros exemplos citados em sua introdução, melhorar a eficácia e a eficiência em seus processos operacionais, podendo alcançar assim maior competitividade, que é parte do objetivo geral deste trabalho.

Segundo o GUIA 73 da ISO [2], o risco pode ser definido como a combinação da probabilidade de um acontecimento e das suas consequências.

O simples fato de existir atividade abre a possibilidade de ocorrência de eventos ou situações cujas consequências poderão constituir oportunidades a fim de obter vantagens

(lado positivo) ou então ameaças ao sucesso dos objetivos da Organização (lado negativo) [36].

Para a eficácia e eficiência da gestão convém que princípios apresentados na NBR ISO 31000 (2009) [4], e transcritos abaixo, sejam atendidos em todos os níveis da Instituição. Dessa forma a gestão de riscos:

- cria e protege valor;
- é parte integrante de todos os processos organizacionais;
- é parte da tomada de decisões;
- aborda explicitamente a incerteza;
- é sistemática, estruturada e oportuna;
- baseia-se nas melhores informações disponíveis;
- é feita sob medida;
- considera fatores humanos e culturais;
- é transparente e inclusiva;
- é dinâmica, iterativa e capaz de reagir a mudanças; e
- facilita a melhoria contínua da Organização

Além dos princípios, a norma estabelece uma estrutura de gestão de riscos, que na verdade é o conjunto de componentes que fornecem os fundamentos e os arranjos organizacionais para a concepção, implementação, monitoramento, análise crítica e melhoria contínua da gestão de riscos através de toda a Organização [4].

Por “Mandato” e “comprometimento” entende-se o esforço da Organização para sustentar a gestão de riscos. Exige ainda da Organização um planejamento rigoroso e estratégico para que haja comprometimento em todos os níveis.

A “Concepção da estrutura para gerenciar riscos” abrange a compreensão dos contextos externo e interno da Organização, haja vista que estes podem influenciar de forma significativa a concepção da estrutura. Convém que a política de gestão de riscos estabeleça claramente os objetivos e o comprometimento da Organização em relação a esta questão. Convém que a Organização assegure que haja responsabilização, autoridade e competência apropriadas para gerenciar riscos, incluindo implementar e manter o processo de gestão de riscos, e assegurar a suficiência, a eficácia e a eficiência de quaisquer controles. Convém que a gestão de riscos seja incorporada em todas as práticas e processos

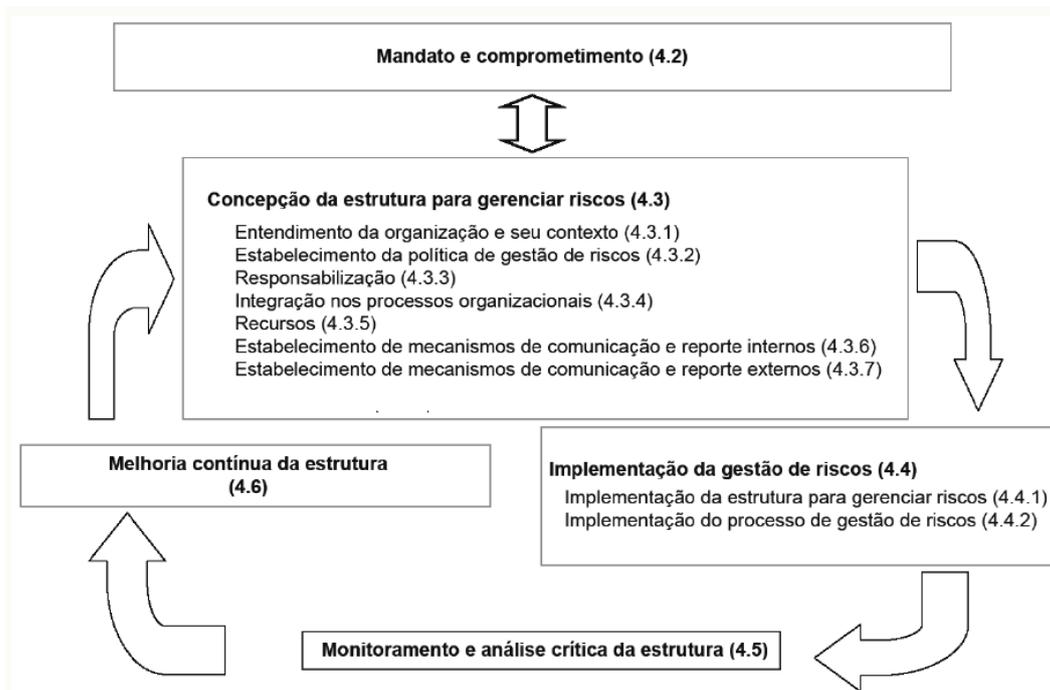


Figura 2.3: Estrutura de gestão de riscos [4]

da Organização, de forma que seja pertinente, eficaz e eficiente. Convém que a Organização aloque recursos apropriados para a gestão de riscos. Convém que a Organização estabeleça mecanismos de comunicação interna e reporte a fim de apoiar e incentivar a responsabilização e a propriedade dos riscos. Convém que a Organização desenvolva e implemente um plano sobre como se comunicará com partes interessadas externas [4].

Na implementação da estrutura para gerenciar riscos, segundo a NBR ISO 31000 (2009) [4], convém que a Organização:

- defina a estratégia e o momento apropriado para implementação da estrutura;
- aplique a política e o processo de gestão de riscos aos processos organizacionais;
- atenda aos requisitos legais e regulatórios;
- assegure que a tomada de decisões, incluindo o desenvolvimento e o estabelecimento de objetivos, esteja alinhada com os resultados dos processos de gestão de riscos;
- mantenha sessões de informação e treinamento; e
- consulte e comunique-se com as partes interessadas para assegurar que a estrutura da gestão de riscos continue apropriada.

A gestão ou gerenciamento de riscos do projeto inclui ainda os processos que tratam da realização de identificação, análise, respostas, monitoramento e controle e planejamento do

gerenciamento de riscos em um projeto; a maioria desses processos é atualizada durante todo o projeto. Os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos ao projeto [65].

A norma ISO 31010 (2012) [5], um guia de gestão de riscos e técnicas de avaliação de riscos, tem a função de apoiar a adoção da NBR ISO 31000 (2009) [4]. Ela fornece orientações sobre a aplicabilidade, seleção e utilização de técnicas para a avaliação de riscos. Para cada técnica é apresentada a visão geral, a utilização da técnica, as entradas, o processo, as saídas e os pontos fortes e limitações.

Segundo as referências anteriores, entende-se que determinado evento ou conjunto de circunstâncias, ao ocorrerem, poderão trazer efeito sobre a concretização dos objetivos do projeto e, por isso, tratam-se de situações que devem ser gerenciadas em qualquer Organização, incluindo Instituição organizadora e aplicadora de concursos públicos, avaliações educacionais, certificações e seleções.

Para apoiar a adoção da NBR ISO 31000 (2009) [4], foi utilizada neste trabalho a ferramenta FMEA, que conforme a ISO/IEC 31010 (2012) [5], é uma ferramenta fortemente aplicável para os vários processos da gestão de riscos, ou seja, utilizando apenas esta ferramenta é possível identificar, analisar e avaliar riscos.

2.2.1 Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos - FMEA

Os riscos podem ser definidos como eventos indesejáveis que podem causar atrasos, gastos excessivos, resultados insatisfatórios para o projeto, Organização, sociedade, meio ambiente e até fracasso total do mesmo [74].

Em geral, problemas diversos em entregas de projetos de sistemas de informação, tais como mudança de escopo, falhas e atrasos, dentre outros, podem ser gerados por uma gestão ineficaz dos riscos, a qual tem se tornado cada vez mais fundamental para o sucesso no gerenciamento dos mesmos [23]. Vale ressaltar, entretanto, que técnicas e ferramentas para análise e gerenciamento de riscos, as quais são desenvolvidas e utilizadas para aumentar as chances de sucesso de um projeto, ainda são pouco difundidas e utilizadas [49].

O *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), ou análise dos modos de falha e seus efeitos, teve seu uso inicial na indústria militar americana nos anos 60, muito comum para a identificação de riscos em projetos de TI [53] e, em diversos casos, utilizada também para a identificação de riscos técnicos na criação de novos produtos [66]. A maior parte das aplicações se baseia em análise qualitativa e é uma ferramenta utilizada também para contribuir na determinação de prioridades no processo de gerenciamento de riscos.

O FMEA é uma técnica que visa o reconhecimento e a avaliação das falhas potenciais de um projeto ou processo e seus efeitos, identificando ações que possam eliminar ou reduzir a ocorrência dessas falhas [62]. Trata-se de uma ferramenta que tem como objetivos principais: prever os problemas mais importantes; impedir ou minimizar as consequências de problemas; e maximizar a qualidade e confiabilidade de todo o sistema [62].

Na elaboração do FMEA, cada componente é verificado de forma a encontrar possíveis modos de falha [52]. Para cada modo de falha são atribuídos três valores: a probabilidade de ocorrência de um modo de falha (“O”), a severidade do impacto de tal falha (“S”) e a capacidade dos meios de detecção desta falha antes que ela realmente ocorra (“D”)[52]. A multiplicação destas três variáveis gera o valor do risco, chamado de número de prioridade de risco *Risk Priority Number* (RPN) [52].

Ressalta-se, entretanto, que o FMEA por si só não constitui um método de gerenciamento de riscos, devendo seus pontos fortes serem integrados às dimensões de análise como os impactos nos prazos, escopo, custos, ainda com uma tratativa temporal de evolução dos riscos [81].

As seguintes observações críticas podem ser feitas em relação ao FMEA [66]:

- A avaliação oferecida pelo RPN nem sempre pode ser aferida pelos meios de detecção (“D”);
- Em muitos casos não há uma regra algébrica precisa para a determinação dos índices ocorrência (“O”) e detecção (“D”);
- O cálculo do RPN baseado no produto dos três índices também pode causar distorções, pois enquanto a probabilidade de não-detecção e sua respectiva pontuação seguem uma função linear, a relação entre a probabilidade de ocorrência de uma falha e sua pontuação não necessariamente é linear;
- Diferentes pontuações de “O” e “D” podem levar a um mesmo RPN, apesar do risco envolvido ser completamente diferente;
- O RPN não consegue mensurar a efetividade das ações de melhoria propostas.

2.3 Mapeamento de processos

Para o entendimento dos processos organizacionais, é possível utilizar uma técnica conhecida como Mapeamento de Processos.

Um processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes [43].

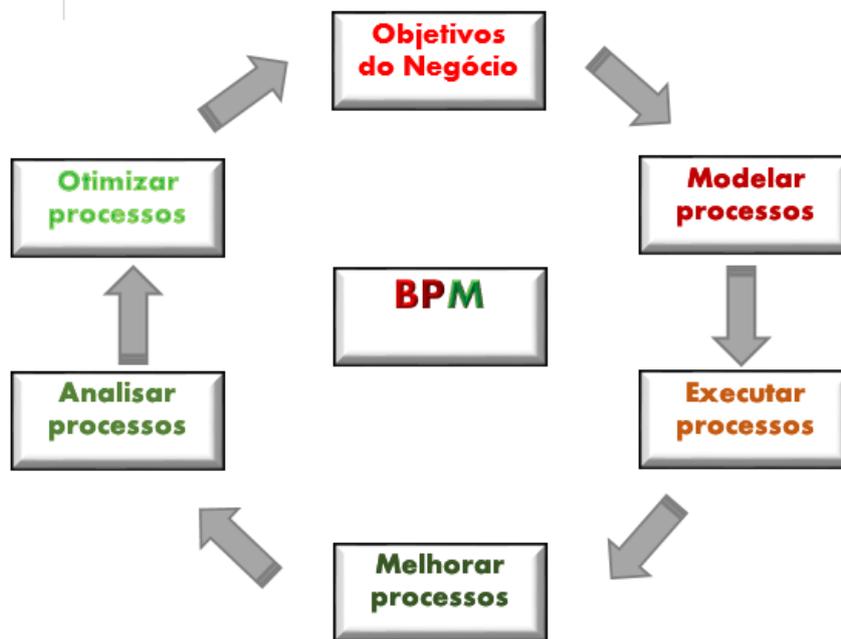


Figura 2.4: Macro elementos do BPM (adaptada [69])

O Mapeamento de Processos é uma ferramenta gerencial e de comunicação que tem a finalidade de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos [43].

Para suportar a simulação de processos de negócio operacionais, apareceram as iniciativas de utilização de *Business Process Management* (BPM) e *Business Process Management System* (BPMS). BPM fornece apoio aos processos de negócio e para isso utiliza métodos, técnicas e software para projetar, desempenhar, controlar e analisar processos operacionais envolvendo seres humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação, e BPMS pode ser entendido como um sistema de software genérico que é direcionado por explícitos projetos de processos, a fim de desempenhar e gerenciar processos de negócio operacionais [85].

As atividades no BPM são desenvolvidas de forma coordenada entre o ambiente técnico e o ambiente organizacional. Estas atividades, realizadas conjuntamente, fazem com que a Organização atinja suas metas. Cada processo de negócio é representado como uma simples Organização que interage com os processos de negócio desenvolvidos pelas outras Organizações [87]. Um processo de negócio pode ser definido como “um conjunto de atividades estruturadas destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado” [45].

A etapa de modelagem de processos no BPM é a sua fase mais perceptível. Nesta etapa, cada autor apresenta uma determinada técnica ou metodologia de otimização,

constituindo como etapa relevante a identificação daquela que mais se adapte ao processo em estudo. Os dois modelos possíveis para a modelagem dos processos referem-se à modelagem de como o processo ocorre atualmente, chamada de “*as is*”, e a projeção, com base na otimização desejada, de como o processo ocorrerá, chamada de “*to be*” [45].

Para a Modelagem dos processos é possível utilizar uma notação para representá-los, adotando a representação gráfica *Business Process Modeling Notation* (BPMN) [61]. Essa notação está se tornando muito conhecida e ainda é aquela com maior aceitação na modelagem de processos de negócio [6]. Fornece uma simbologia simples, mas robusta, para modelar todos os aspectos de processos de negócio. Essa notação é facilmente compreensível pelos envolvidos no projeto, como os analistas, desenvolvedores e membros de outras áreas.

O primeiro passo no estabelecimento de um novo processo ou atualização de um existente é criar um entendimento comum sobre o estado atual dos processos e seu alinhamento com os objetivos de negócio [21].

Estrategicamente, a intenção é utilizar no CEBRASPE o mapeamento de processos para obter ganhos de eficiência com propostas de redesenho.

2.4 Análise envoltória de dados (DEA)

Os sistemas de medição de desempenho constituem os elos entre os objetivos e a execução prática das atividades nas empresas. Por um lado, são os guias básicos que suportam a tomada de decisão e por outro são a lógica dos critérios de avaliação e controle dos resultados através dos indicadores de desempenho [58].

Os métodos de cálculo da eficiência são classificados em métodos paramétricos e não paramétricos. Os métodos paramétricos baseiam-se em medidas intervalares da variável dependente (um parâmetro ou característica quantitativa de uma população) e possibilitam a medição do erro, mas introduzem a dificuldade adicional de conhecer a especificação associada ao comportamento admitido [27]. Os métodos não paramétricos podem frequentemente ser aplicados a dados qualitativos para uma ampla diversidade de situações, porque não exigem populações distribuídas normalmente [27].

Entre os métodos mais aplicados, a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA) e os números índices são considerados métodos não paramétricos, ao passo que as fronteiras estocásticas, *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), e os modelos de regressão baseado nos quadrados mínimos ordinários, *Ordinary Least Squares* (OLS), e nos quadrados mínimos ordinários corrigidos, *Corrected Ordinary Least Squares* (COLS), são alguns exemplos da utilização dos métodos paramétricos.

Os métodos paramétricos ou não paramétricos podem ainda ser classificados em *não fronteira* ou *em fronteira*, em função de pressupostos de que as unidades de decisão, *Data Making Unit* (DMU), sejam tecnicamente eficientes ou, de outra forma, dependendo se os *benchmarks* assentam nas aproximações médias ou nas *best practices* [27]. A DEA, a SFA e a COLS constituem técnicas de fronteira de eficiência, como ilustrado na figura 1, dado que se baseiam nas DMUs com valores limites da amostra, enquanto a OLS é *não fronteira*, apoiando-se no seu ajustamento médio.

Diferentemente das aproximações paramétricas, que otimizam um plano de regressão a partir das observações, a DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência, determinada pelas unidades que são pareto eficientes. Uma unidade pode ser considerada pareto eficiente se, e somente se, ela não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais [?].

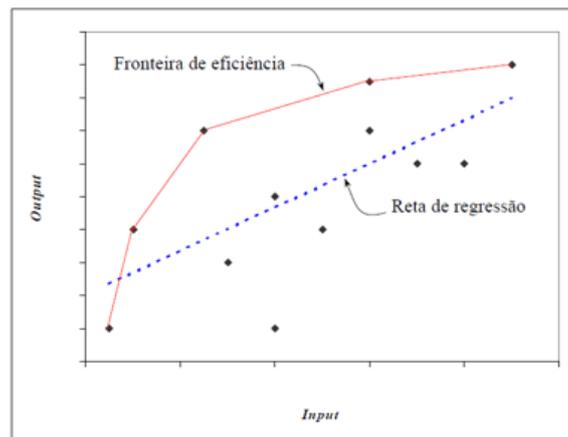


Figura 2.5: Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão (técnica paramétrica) [?]

A superioridade dos métodos de fronteira em relação aos não fronteira parece ser evidente e relativamente consensual. O mesmo não ocorre, porém, dentro dos métodos de fronteira, em relação aos não paramétricos e aos paramétricos ou vice-versa, nomeadamente entre a DEA e SFA. Não obstante o argumento da maior aplicabilidade da técnica DEA possa sustentar a sua supremacia [79].

A eficiência econômica, numa abordagem por fronteira, pode ser analisada por duas óticas: a ótica da orientação por insumo (*inputs*) e da orientação por produto (*outputs*). A abordagem da orientação por insumo busca responder à questão de quanto se pode reduzir as quantidades de insumo de modo que as quantidades de produto produzidas não sofram alteração, ao passo que a abordagem da orientação por produto mede quanto do produto pode ser aumentado sem que se altere as quantidades de insumos utilizadas [?].

A técnica DEA pode ser considerada como um corpo de conceitos e metodologias que está incorporada a uma coleção de modelos, com possibilidades interpretativas diversas [25]. Em termos de tecnologia de produção existe um vetor com (s) tipos de entradas e um vetor com (m) tipos de saída. A medida de eficiência técnica (θ) de uma DMU deve ser a máxima contração radial do vetor de insumos que permite produzir a mesma quantidade de produtos (estamos considerando a ótica da orientação por insumo). Um valor unitário para (θ) indica que não é possível reduzir a quantidade de insumos e manter a mesma produção. Neste caso a DMU é tecnicamente eficiente. Caso contrário, quando (θ) < 1 , significa que há um excesso de insumos e a DMU é tecnicamente ineficiente.

Pode-se referenciar, como mais citados na literatura sobre DEA, os seguintes modelos:

- Modelo CCR ou CRS (1978) - desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (por isso a sigla CCR), permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas. A correspondência com o CCR é o retorno constante de escala, ou em inglês *Constant Returns to Scale* (CRS).
- Modelo BCC ou VRS (1984) - criado por Banker, Charnes e Cooper (por isso a sigla BCC), distingue entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes, para futura exploração. A correspondência com o BCC é o retorno variável de escala, ou em inglês *Variable Returns to Scale* (VRS).

A técnica DEA foi definida como uma abordagem baseada em programação matemática para medir a eficiência relativa das DMUs, considerando as entradas e saídas [26]. Na tabela 2.1 está representado o modelo denominado CRS/VRS com orientação ao insumo na versão dos multiplicadores. A DEA é taxada como uma técnica simples, mas é considerada uma poderosa ferramenta para medir a eficiência relativa.

Os indicadores calculados pelos modelos podem ser analisados considerando as seguintes características:

- Indicador de eficiência do modelo VRS: corresponde a uma medida de Eficiência Técnica (ET), uma vez que está depurado dos efeitos de escala de produção.
- Indicador de eficiência do Modelo CRS: indica uma medida de produtividade global, denominada de indicador de Eficiência Produtiva (EP).

Há evidências de que essa técnica se iniciou com estudos teóricos e, em seguida, encontrou seu caminho para um amplo espectro de aplicações [51]. Em pesquisa realizada entre

Tabela 2.1: Modelos DEA com orientação ao insumo na versão dos multiplicadores

Modelo CRS	Modelo VRS
$\theta = \text{Max} \sum_{i=1}^m u_i y_{i,j_0}$ <p style="text-align: center;">s.a.</p> $-\sum_{i=1}^s v_i x_{ij} + \sum_{i=1}^m u_i y_{ij} \leq 0$ $\forall_j = 1, \dots, j_0, \dots, N$ $\sum_{i=1}^s v_i x_{i,j_0} = 1$ $u_i \geq 0 \forall_i = l, m$ $v_i \geq 0 \forall_i = l, s$	$\theta = \text{Max} \sum_{i=1}^m u_i y_{i,j_0} + u_0$ <p style="text-align: center;">s.a.</p> $-\sum_{i=1}^s v_i x_{ij} + \sum_{i=1}^m u_i y_{ij} + u_0 \leq 0$ $\forall_j = 1, \dots, j_0, \dots, N$ $\sum_{i=1}^s v_i x_{i,j_0} = 1$ $u_i \geq 0 \forall_i = l, m$ $v_i \geq 0 \forall_i = l, s$
$N + 1$ restrições $m + s$ variáveis	$N + 1$ restrições $m + s + 1$ variáveis

os anos de 1978 a 2010, obtendo um total de 4.936 publicações sobre DEA, 36,5% (1.802) são puramente metodológicas e 63,5% (3.134) são aplicações, ou seja, aproximadamente um terço das publicações possuem caráter metodológico e todo o restante se trata de aplicações [51]. A mesma pesquisa alerta ainda que as publicações puramente metodológicas são aquelas que não incluem dados empíricos do mundo real, diferentemente das publicações com aplicações [51].

Dessa forma, percebe-se que a DEA está, cada vez mais, se tornando uma técnica com ampla utilização em pesquisas que buscam medir a eficiência. Ressalta-se ainda que nos dias atuais a DEA conta com uma variedade de modelos que abrangem desde os modelos clássicos (utilizados neste artigo) e suas variações, até abordagens que combinam DEA com lógica *fuzzi*, simulação de Monte Carlo e *bootstrap*.

A utilização da DEA possui algumas vantagens, das quais se destacam [31]:

- identificação, para cada DMU ineficiente, de um conjunto de DMUs (*peers*) eficientes com combinação de *inputs* e *outputs* semelhante;
- facilidade em lidar com múltiplos *inputs* e *outputs*;
- adoção dos melhores resultados como elementos de comparação;
- não admissão de uma forma paramétrica para a fronteira ou para a ineficiência quando associada ao erro;
- natureza conservativa das avaliações; e
- decomposição da natureza da eficiência em várias componentes.

Entretanto é necessário ter alguns cuidados na utilização da DEA, a saber, a sensibilidade elevada aos *outliers*, a exigência em termos de informação requerida e a dificuldade

de medir o erro associado ou de testar estatisticamente os resultados e os modelos adotados. Desta forma, também, na DEA, a análise dos fatores explanatórios é complexa, dependendo da correlação existente [31].

2.5 Mineração de dados

Data Mining (DM), ou mineração de dados, é o processo de extração de conhecimento proveniente de grandes bases de dados. Suas técnicas aplicam métodos de computação avançada para descobrir relações desconhecidas. Sumarizam resultados de análises observadas em conjuntos de dados e mostram relações claras e entendíveis entre os dados [68].

A mineração de dados necessita de uma abordagem padrão que irá ajudar a traduzir problemas de negócios em tarefas de mineração de dados, sugerindo transformações de dados e técnicas apropriadas para fornecer os meios para avaliar a eficácia dos resultados e documentar a experiência [88].

O *CRoss Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) é resultado de um estudo¹ que define um modelo de processo que fornece uma estrutura para a realização de projetos de mineração de dados que independe do setor da indústria e da tecnologia utilizada. Este modelo consiste em seis fases entendidas como um processo cíclico conforme figura 2.6.

A seguir uma descrição de cada fase do modelo CRISP-DM [60]:

- Entendimento do Negócio: inclui determinar os objetivos de negócio, avaliação da situação atual, o estabelecimento de metas de mineração de dados, e o desenvolvimento de um plano de projeto de mineração;
- Seleção dos dados: uma vez que os objetivos de negócio e o plano de projeto são estabelecidos, a compreensão dos dados é considerada como requisito na fase seguinte. Esta etapa pode incluir a coleta inicial de dados, descrição de dados, exploração de dados e a verificação da qualidade dos dados. A exploração de dados, tais como a visualização de estatísticas de resumo (que inclui a exibição visual de variáveis categóricas) pode ocorrer no final desta fase. Modelos como análise de agrupamentos podem também ser aplicados durante esta fase, com a intenção de identificar padrões nos dados;

¹O modelo de processo CRISP-DM está sendo desenvolvido por um consórcio que abrange as principais empresas usuárias e fornecedoras das técnicas de mineração de dados, a saber: DaimlerChrysler AG, SPSS, NCR, e OHRA. O projeto foi patrocinado em parte pela Comissão Europeia no âmbito do Programa ESPRIT (Projeto de número 24959)

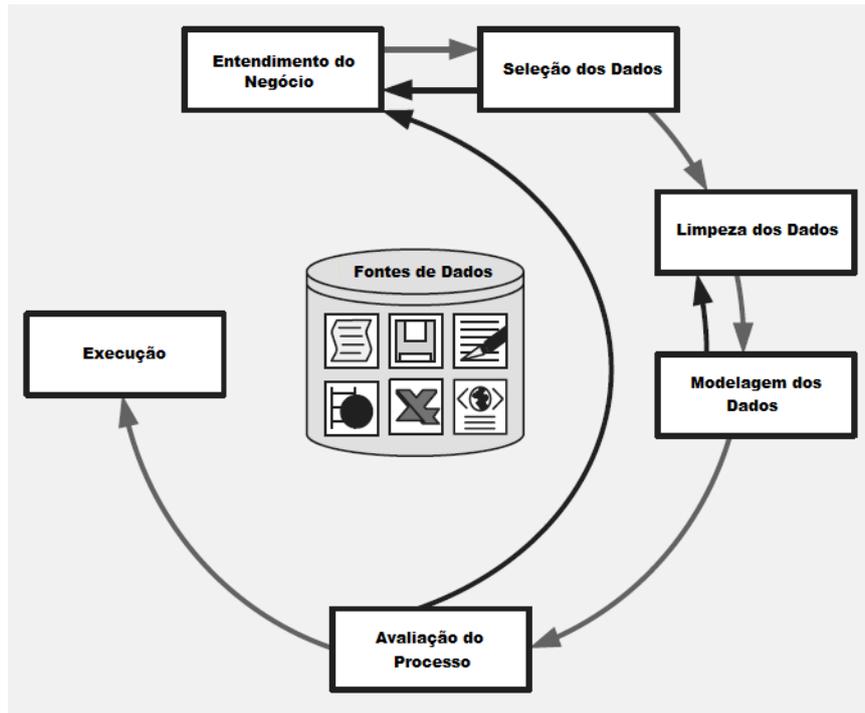


Figura 2.6: Fases do *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) (adaptada [60]).

- **Limpeza dos Dados:** uma vez que os recursos de dados disponíveis são identificados, eles precisam ser selecionados, “limpos”, construídos na forma desejada e formatados adequadamente (transformados). A exploração dos dados com maior profundidade pode ser aplicada durante esta fase, e modelos adicionais utilizados, novamente proporcionando a oportunidade de observar padrões baseados na compreensão do negócio;
- **Modelagem dos dados:** ferramentas de software de mineração de dados, que permitem a visualização (plotagem de dados e estabelecimento de relações) e também análise de *cluster* (para identificar quais as variáveis estão agrupadas em classes comuns), são úteis para a análise inicial. Ferramentas de indução de regras gerais podem ser utilizadas para a detecção de variáveis que estão associadas. Adquirida uma maior compreensão dos dados (muitas vezes obtida com o reconhecimento de um padrão através de observações das informações), os modelos mais adequados para os tipos de dados podem ser aplicados. A divisão de dados em conjuntos de treinamento e teste também é necessária para a modelagem;
- **Avaliação do Processo:** os resultados do modelo devem ser avaliados no contexto dos objetivos de negócio estabelecidos na primeira fase (entendimento do negócio). Isso vai levar à identificação de outras necessidades (muitas vezes através de reconhe-

cimento de padrões), frequentemente remetendo à fases anteriores do CRISP-DM. Trata-se de um processo iterativo de mineração de dados, onde os resultados de várias visualizações, estatísticas e ferramentas de inteligência artificial mostram ao usuário novas relações que fornecem uma compreensão mais profunda das operações organizacionais;

- **Execução:** através da descoberta de conhecimentos obtidos nas fases anteriores do processo CRISP-DM, os modelos podem ser aplicados às operações comerciais para muitas finalidades, incluindo a identificação ou previsão de situações importantes.

Os modelos de mineração testados com utilização do CRISP-DM precisam ser monitorados para mudanças nas condições operacionais, pois o que pode ser verdade hoje pode não ser verdade depois de um ano. Se mudanças significativas ocorrerem, o modelo deve ser refeito. Também é sabido que registros de resultados de projetos de mineração de dados devem estar disponíveis para comprovações e também para a realização de estudos futuros [60].

Ao trabalhar com DM é necessário entender o que se deseja, ou seja, a tarefa e quais técnicas de Mineração serão utilizadas. Temos basicamente quatro técnicas, a saber [89]:

- **Classificação:** técnica de aprendizagem que apresenta um conjunto de dados, amostra com exemplos, que devem subsidiar a classificação de um conjunto de dados desconhecidos. É também chamada de análise supervisionada porque opera sob a supervisão de dados reais como exemplos. A intenção é conseguir estabelecer uma capacidade de predição, criando um modelo através dos dados de exemplo (treinamento), gerando um resultado de inferência sobre determinada classe de dados quando um conjunto de informações desconhecidas for utilizado com entrada;
- **Associação:** técnica de aprendizagem que busca uma associação entre algumas características em conjuntos de dados;
- **Agrupamento (*clustering*):** técnica de aprendizagem que busca encontrar, num conjunto de dados, elementos que estão agrupados de alguma forma.
- **Predição numérica:** técnica de aprendizagem para prever grandezas numéricas (não discretas).

Dentre os métodos de Mineração de Dados, capazes de fazer o reconhecimento de padrões (classificação), podem-se citar as populares árvores de decisão, as máquinas de suporte de vetores, *Support Vector Machines* (SVM), os métodos estatísticos, as redes neurais, os algoritmos genéticos e as meta-heurísticas de uma forma geral.

2.6 Processo de Análise Hierárquica (AHP)

O método AHP, que pode ser traduzido como Processo de Análise Hierárquica, foi criado por Thomas Saaty [70] na década de 70. A sigla AHP incorpora características especialmente direcionadas à superação das limitações cognitivas dos tomadores de decisão [55]. Em seu processo de análise, o AHP auxilia na mensuração e sintetização dos múltiplos fatores envolvidos em decisões complexas. Ele é hierárquico, ou seja, o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, os quais representam a situação de decisão conforme esquema da Tabela 2.2.

O AHP é um dos principais modelos matemáticos para apoio a teoria de decisão, e foi escolhido para uso neste trabalho porque permite a agregação de informações qualitativas e quantitativas. É importante observar que 61% dos modelos multicritérios pesquisados utilizam esse método [57].

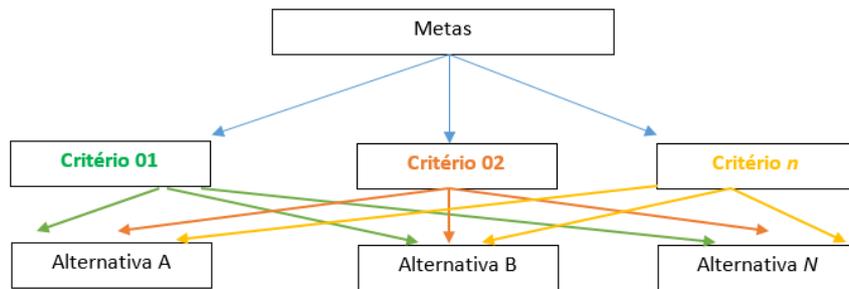


Figura 2.7: Níveis hierárquicos do método AHP (adaptada [70]).

Após a hierarquização do problema de decisão passa-se para a etapa de avaliação com a comparação par a par entre os critérios, e também entre os subcritérios. Estas comparações estabelecem os pesos relativos de cada critério (importância). Os critérios são comparados segundo a escala de importância relativa de Saaty [70].

Tabela 2.2: Escala de importância relativa de Saaty [70].

Escala	Avaliação Numérica	Recíproco
Extremamente preferido	9	1/9
Muito Fortemente preferido	7	1/7
Fortemente preferido	5	1/5
Moderadamente preferido	3	1/3
Igualmente preferido	1	1

Os valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes (2,4,6 e 8) raramente são necessários. A utilização desses valores só deve ser adotada quando existir a necessidade

de negociação entre os avaliadores e quando o consenso natural não for obtido. Os resultados das comparações, para determinar as importâncias relativas de cada critério, são apresentados na forma matricial [55], conforme a seguir:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Condições que devem ser atendidas:

- a) $x_{ij} = \alpha$;
- b) $x_{ji} = 1/\alpha$;
- c) $x_{ii} = 1$.

Onde:

x : comparação paritária entre os critérios

α : valor de intensidade de importância.

Caso existam subcritérios, o processo de avaliação descrito anteriormente deve se repetir para esse nível hierárquico. O valor global da prioridade de cada um dos critérios é determinado através da multiplicação de cada prioridade (importância relativa) do primeiro nível por sua respectiva no segundo nível [55].

$$V(a) = \sum_{j=1}^n p_j v_j(a) \quad (2.2)$$

com $\sum_{j=1}^n p_j = 1$ e $0 < p_j < 1 (j = 1, \dots, n)$

Onde:

$V(a)$ = valor global da alternativa analisada;

p_j = importância relativa do critério j ;

v_j = nível de preferência da alternativa analisada no critério j

Depois de estabelecidas as ponderações de cada critério, com valores globais, é necessário normalizar as matrizes de comparações. A normalização é obtida através da divisão entre cada valor da avaliação numérica (da escala de importância relativa de Saaty) com o total relativo a cada coluna. Depois de normalizadas as matrizes calcula-se o vetor de prioridade ou vetor de Eigen para cada uma delas, que representa os pesos relativos de cada critério. O vetor de Eigen determina a participação daquele critério no resultado total da meta, por isso ele é fundamental na aplicação do método AHP.

O cálculo exato do vetor de Eigen é determinado apenas em casos específicos. Para a maioria dos casos práticos utiliza-se a aproximação, que é obtida através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios visando simplificar o processo de cálculo, uma vez que a diferença entre o valor real e o valor aproximado é inferior a 10% [48]. O método AHP possui ainda um recurso para verificação de inconsistências nas atribuições numéricas (da escala de importância relativa de Saaty) de cada critério comparado.

Se os tomadores de decisão afirmarem que Critérios Estratégicos são mais importantes do que Critérios Financeiros e que Critérios Financeiros são mais importantes do que Compromisso das Partes Interessadas, por exemplo, teríamos uma inconsistência na tomada de decisão se eles afirmassem que o Compromisso das Partes Interessadas é mais importante do que os Critérios Estratégicos, ou seja, se $A > B$ e $B > C$ seria inconsistente afirmar que $A < C$ [86].

O *Consistency Index (CI)*, ou índice de consistência, tem como base o número principal do vetor de Eigen (λ_{max}), que é calculado através do somatório de cada produto resultante da multiplicação do elemento do vetor de Eigen pelo total da respectiva coluna da matriz. Para calcular o CI utiliza-se a fórmula abaixo [55]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.3)$$

Onde:

CI – índice de consistência

n – número de critérios avaliados

λ_{max} – número principal de Eigen

Uma *Consistency rate (CR)*, ou taxa de consistência, é proposta para verificar se o CI é assertivo [70]. CR é determinada pela razão entre o valor do CI e o *Random Consistency Index (RI)*. A matriz é considerada consistente se a razão for menor que 0,1. A seguir, a fórmula para calcular a taxa de consistência [55]:

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \quad (2.4)$$

O Valor de RI é fixo e tem como base o número de critérios avaliados, conforme Tabela 2.3 abaixo:

Tabela 2.3: Índice de Consistência Aleatória RI [70].

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Capítulo 3

Unidade-caso I

Para ter êxito, qualquer Organização deve estar comprometida com uma abordagem proativa e consistente do gerenciamento dos riscos durante a execução de seus projetos [65]. É preciso fazer uma escolha consciente em todos os níveis da Organização para identificar ativamente e buscar o gerenciamento eficaz dos riscos durante os ciclos de vida dos projetos [65]. Uma gestão de riscos não eficaz pode levar projetos de diversas naturezas a falhas, retrabalhos e, em casos mais extremos, provocar paralisações ou cancelamentos de projetos. É neste contexto que o capítulo em voga utiliza uma ferramenta de análise de riscos, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), na gestão do desenvolvimento de sistemas de informação no CEBRASPE. Como resultados, observou-se um avanço na escolha e priorização de sistemas a serem desenvolvidos, assim como uma definição de papéis e atividades padrões para o trabalho interno ou externo, permitindo o controle do andamento dos projetos e disponibilidade de algumas informações antes não disponíveis para os gestores e partes interessadas.

3.1 Análise de riscos no processo de gestão de desenvolvimento de sistemas de informação

No ambiente dinâmico onde as organizações estão inseridas, incluindo empresas aplicadoras de concursos públicos, os sistemas de informação são desenvolvidos e ajustados a todo momento para atender anseios e necessidades dos seus clientes. Entretanto, os objetivos estratégicos, dentre outros, não podem ser esquecidos e o desenvolvimento dos sistemas de informação devem sempre estar alinhados com estes. A Instrução Normativa (IN) MP/SLTI número 04 de 2008 [3], atualizada pela IN MP/SLTI número 04 de 2014 [7], estabelece a necessidade de um Plano Diretor de Tecnologia da Informação (PDTI), no qual o órgão da Administração Pública Federal (APF) deve estar alinhado com o seu

Planejamento Estratégico Institucional (PEI). É sabido ainda que não é possível atender a todas às necessidades de sistematização por limitação de recursos, por isso saber selecionar é fundamental. Nesta linha, nenhum investimento em Sistemas de Informações é satisfatório e atenderá às expectativas das organizações sem um alinhamento com a estratégia do negócio [8].

Além de estarem alinhados com a estratégia da Organização, os sistemas de informação devem ser desenvolvidos de forma planejada, com um número reduzido de falhas, devem ser confiáveis e entregues sem atrasos. O risco mais importante a ser considerado em estudo realizado com o objetivo de analisar a importância dos “riscos na contratação de desenvolvimento de software com métodos ágeis pelas instituições da administração pública federal”, utilizando a escala *Likert*, com valores de 1 a 5, é aquele relacionado a falta de planejamento adequado do software a ser construído [76].

Com relação a estudos correlatos, embora existam poucas publicações abordando pesquisas sobre instituições organizadoras de concursos públicos relacionadas com ferramentas de análises de riscos e redesenho de processos, há estudos tratando o uso do FMEA, a ferramenta de análise de riscos utilizada neste trabalho. Há pesquisas que apresentam, por exemplo, uma análise do papel do FMEA no processo de tomada de decisão em desenvolvimento de produtos de uma montadora de veículos [54]. Em relação a processos é notório o grande volume de publicações abordando a metodologia de modelagem de processos de negócios, *Business Process Management* (BPM). Uma pesquisa publicada demonstra a utilização do BPM para preparação da implantação de um sistema de gestão da qualidade em uma empresa do setor têxtil [33]. Em outra pesquisa é apresentada a modelagem de um PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) em uma empresa de pedras semipreciosas, desenvolvido com base nos conceitos de BPM e da metodologia *Design For Six Sigma* (DFSS) [44].

Foi consultado também um estudo que propõe um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) com modelo aditivo para priorização de sistemas de informação [34]. Outro estudo demonstra um modelo multicritério de apoio a decisão para seleção de fornecedores [11]. Foi visto ainda um artigo que apresenta a programação Multicritério, com AHP, para a seleção e priorização de projetos na gestão de portfólios [86].

3.1.1 Objetivo da unidade-caso I

O objetivo do presente capítulo foi avaliar o impacto existente nos riscos demonstrados na gestão do desenvolvimento de sistemas de informação no CEBRASPE, através da ferramenta de análise de riscos conhecida com FMEA.

Em termos de limitações, pode-se considerar que a solução de desenho de processo não foi validada de forma experimental devido a questão temporal, entretanto isso deverá ser

feito futuramente conforme prevê a própria modelagem de processos BPM. O trabalho relativo ao mapeamento de processos não chegou ao nível das atividades e tarefas.

A seguir as etapas propostas, realizadas e descritas neste capítulo para alcance do objetivo:

- Importância do contexto organizacional para a análise de riscos;
- Levantamento do estado atual do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas;
- Análise de riscos do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas com a aplicação do FMEA;
- Proposta de novo processo de gestão de desenvolvimento de sistemas

A seguir o detalhamento de cada uma destas etapas.

3.1.2 Importância do contexto organizacional para a análise de riscos

Não há como trabalhar em uma análise de riscos sem o entendimento dos ambientes da Organização. Para estabelecimento do contexto organizacional, foram considerados para este trabalho, conforme preconizado pela ISO 31000 (2009) [4], a articulação dos objetivos da Organização considerando os parâmetros internos e externos para a gestão de riscos. Ressalta-se que estes contextos foram estabelecidos, mas não foram detalhados no presente trabalho para respeitar o sigilo das informações e situações intrínsecas da Organização. Entretanto, essa omissão não traz perda ao entendimento das etapas da presente proposta para análise de riscos no processo de gestão de desenvolvimento de sistemas.

1. Contexto Externo

Contexto no qual a Organização busca atingir os seus objetivos considerando o ambiente externo. Segundo a ISO 31000 (2009) [4] o contexto externo pode abranger os itens citados e detalhados a seguir conforme realidade da Instituição considerada:

- (a) Ambientes cultural, social, político, legal, regulatório, financeiro, tecnológico, econômico, natural e competitivo, quer seja internacional, nacional, regional ou local.

Neste item a Instituição precisa observar diversas legislações e suas alterações, tais como:

- i. Constituição Federal e suas alterações [1]: deve considerar aspectos constitucionais para a elaboração de editais observando os requisitos legais para

investidura de cargos. Rege também aspectos para vagas destinadas a candidatos com deficiência.

- ii. Decreto nº 3.298/1999 e suas alterações [13]: regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.
- iii. Decreto nº 6.593/2008 [15]: regulamenta o art. 11 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, quanto à isenção de pagamento de taxa de inscrição em concursos públicos realizados no âmbito do Poder Executivo federal.
- iv. Decreto nº 6.135/2007 [14]: trata da isenção da taxa de inscrição para candidatos que se encontram registrados no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico).
- v. Decreto nº 6.944/2009 e suas alterações [16]: estabelece medidas organizacionais para o aprimoramento da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, dispõe sobre normas gerais relativas a concursos públicos, organiza sob a forma de sistema as atividades de organização e inovação institucional do Governo Federal, e dá outras providências.
- vi. Decreto nº 12.990 /2014 e suas alterações [17]: lei que reserva aos negros 20% (vinte por cento) das vagas oferecidas nos concursos públicos para provimento de cargos efetivos e empregos públicos no âmbito da administração pública federal, das autarquias, das fundações, das empresas públicas e das sociedades de economia mista controladas pela União.
- vii. Resoluções específicas e leis estaduais devem ser observadas na realização de concursos regionais.

- (b) Fatores-chave e tendências que tenham impacto sobre os objetivos da Organização.

A tendência é se manter como referência em processos de seleção em concursos públicos e buscar ser referência na área de pesquisa em avaliação e ainda em aplicações relacionadas a avaliações educacionais.

- (c) Relações com as partes interessadas externas e suas percepções e valores.

Foi identificada uma comunicação intensa com partes interessadas (clientes ou órgãos que necessitam realizar processos de seleção para recrutamento de novos colaboradores). Ao referenciar concursos públicos existe uma ponte aberta de relacionamento com órgãos federais. Trabalhos bem realizados e bem sistematizados podem trazer resultados tão satisfatórios que podem levar órgãos importantes da república a realizarem concursos com dispensa de licitação.

2. Estabelecimento do contexto interno

Fatores do ambiente interno, aquele no qual a Organização busca atingir seus objetivos, foram tratados seguindo mais uma vez a estrutura descrita no subitem 5.3.3 da norma ISO 31000 (2009) [4], podendo incluir:

- Governança, Estrutura organizacional, funções e responsabilidades;
- Políticas, objetivos e estratégias implementadas para atingi-los;
- Capacidades compreendidas em termos de recursos e conhecimento (por exemplo, capital, tempo, pessoas, processos, sistemas e tecnologias);
- Sistemas de informação, fluxos de informação e processos de tomada de decisão (tanto formais como informais);
- Relações com partes interessadas internas, e suas percepções e valores;
- Cultura da Organização;
- Normas, diretrizes e modelos adotados pela Organização;
- Forma e extensão das relações contratuais.

Para contemplar estes itens buscou-se fontes internas de documentos reservados e públicos tais como estatuto, regimento, regulamentos de compras e de gestão de pessoas. Não foi detectado na Instituição um órgão específico responsável para tratar gestão de riscos. Existe um setor de segurança, na estrutura organizacional atual, para tratar riscos de fraudes na realização de concursos por parte de candidatos, e tratar ainda riscos associados a segurança física nas dependências físicas da Organização.

3. Estabelecimento do contexto do processo de gestão de riscos

Enquanto não existe uma área formalizada para tratar da gestão de riscos na Instituição pesquisada, os riscos considerados impactantes são elencados pelas próprias diretorias e encaminhados para a diretoria de segurança, que por sua vez recebe as solicitações, analisa e gera respostas aos riscos. Dependendo do risco levantado até o diretor geral entra como membro de decisão juntamente com os demais diretores de área em reunião semanal de diretoria. Riscos levantados pelas diretorias que não são considerados impactantes pelos diretores de área são resolvidos internamente em conversa com os membros e gerentes.

O processo de desenvolvimento de sistemas de informações corporativos ocorre na gerência específica de desenvolvimento de sistemas. Ressalta-se, entretanto, que os softwares a serem desenvolvidos não são escolhidos pela gerência citada, que na

verdade é apenas demandada. O processo alvo da análise de riscos deste trabalho inclusive apontou riscos na forma atual de escolher os sistemas a serem desenvolvidos.

O escopo da gestão de riscos para este trabalho será o processo de gestão de desenvolvimento de sistemas corporativos da Organização. Os softwares com pequena vida útil desenvolvidos não estão abrangidos neste escopo e são de responsabilidade de outra gerência, conhecida como gerência de produção. Softwares corporativos são aqueles que podem ser utilizados em diversos projetos sem necessidade de reprogramação ou novas compilações, na absoluta maioria das vezes eles possuem um ciclo de vida maior quando comparados a softwares desenvolvidos pela gerência de produção, que por sua vez foca em compilações específicas para atender solicitações pontuais dos projetos.

Os softwares corporativos são desenvolvidos em uma gerência de desenvolvimento, foco do contexto da gestão de riscos da presente unidade-caso e parte integrante do processo de “Gerir Tecnologia da Informação (TI)” da cadeia de valor da Organização.

Os riscos detectados no processo de gestão de desenvolvimento de sistemas, através da utilização de uma ferramenta de análise de riscos, serão monitorados pelo gerente da área de desenvolvimento de sistemas. Houve uma participação direta de diversos membros desta gerência de desenvolvimento, de alguns usuários e também do diretor nos processos de identificação, análise, avaliação e tratamento dos riscos.

3.1.3 Levantamento do estado atual do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas

O processo de gestão atual de desenvolvimento de sistemas de informação da Organização possui como marco inicial de seus trabalhos, em determinado projeto, a demanda realizada diretamente pela figura do Diretor de TI, cargo de maior hierarquia da área de Tecnologia da Informação na Organização. De forma subjetiva, obviamente fundamentada pela experiência profissional e relação com outros diretores de área da Organização, a figura do Diretor de TI mobiliza a equipe de desenvolvimento e repassa as informações iniciais sobre determinado projeto de software. Depois disso, o gerente da área de desenvolvimento de sistemas elenca um analista de requisitos para realizar o detalhamento do escopo do projeto. Um macro cronograma de desenvolvimento é proposto pelo gerente da área e discutido com o Diretor de TI. Depois do detalhamento, a modelagem de banco de dados é realizada, considerando os conhecimentos do profissional conhecido como Administrador de Dados. As programações das partes do sistema especificado são

então iniciadas considerando as modernas práticas de mercado existentes para tal procedimento (estabelecimento da arquitetura do sistema, desenho de interface e programação de funcionalidades).

Depois de programado o sistema, o setor e pessoas envolvidas, que operarão e utilizarão o sistema, realizam testes. Existe uma interação entre as pessoas envolvidas e o gerente de desenvolvimento até que o sistema alcance os requisitos estabelecidos. Mudanças no escopo são avaliadas pelo Diretor de TI, que autoriza ou não estas novas necessidades e ainda define a alocação de recursos a ser utilizada. Terminados os testes o sistema é implantado em ambiente de produção e entregue às pessoas envolvidas que operarão e utilizarão o sistema. Demandas eventuais para melhorias e adaptações no sistema são realizadas através de solicitações ao Diretor de TI e posterior aprovação deste.

3.1.4 Análise de riscos do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas com a aplicação do FMEA

Para os processos de identificação, análise e avaliação de riscos no contexto, isto é, considerando o estado atual do processo de gestão de desenvolvimento de sistemas de informação do CEBRASPE, foi utilizada a ferramenta FMEA, que conforme a ISO/IEC 31010 (2012) [5], é uma ferramenta fortemente aplicável para os vários processos da gestão de riscos, ou seja, utilizando apenas esta ferramenta é possível identificar, analisar e avaliar riscos. Além disso, conforme citado anteriormente, alguns estudos correlatos utilizaram esta ferramenta com êxito para auxiliar no processo de gestão de riscos. O FMEA é uma ferramenta utilizada para melhorar a confiabilidade e qualidade de produtos, busca corrigir problemas potenciais e satisfazer requisitos regulatórios (como normas) ou as necessidades de um cliente [?].

Na implementação do FMEA, a detecção de falhas ocorre através da categorização entre ocorrência (“O”), detecção (“D”) e severidade (“S”) dos modos de falha selecionados. Para o trabalho em questão utilizou-se a tabela 3.1 para o estabelecimento dos índices de pontuação do FMEA.

Tabela 3.1: Índices de pontuação do FMEA

Ocorrência (O)		Detecção (D)		Severidade (S)	
Improvável	1	Alta	1	Apenas perceptível	1
Muito pequena	2 a 3	Moderada	2 a 3	Pouca importância	2 a 3
Moderada	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderada	4 a 6
Alta	7 a 8	Muito pequena	7 a 8	Grave	7 a 8
Alarmante	9 a 10	Improvável	9 a 10	Gravíssima	9 a 10

A multiplicação dos valores atribuídos às variáveis (ocorrência, severidade e detecção) de cada modo de falha gera o valor do risco, chamado de número de prioridade de risco ou *Risk Priority Number* (RPN). Os modos de falha com riscos mais críticos devem ser tratados, devendo cada um destes receber controles e ações para reduzir as probabilidades de falhas. Foi estabelecida, com a ajuda e colaboração da equipe da gerência de desenvolvimento e usuários de sistemas, a tabela 3.2 abrangendo os graus de riscos. Os riscos com maior grau de prioridade deverão ser tratados (foi entendido pelo grupo que seriam aqueles com RPN acima de 300).

Tabela 3.2: Graus de prioridade de risco

Grau	RPN
Baixo	1 a 100
Moderado	101 a 300
Alto	301 a 1000

Depois de concluída a análise um desenho do processo de gestão do desenvolvimento de sistemas de informação deverá ser proposto, para tratar estes pontos, considerados com alto grau, no estabelecimento das prioridades de riscos.

A seguir os registros da aplicação do FMEA no contexto de gestão de riscos. O objetivo foi identificar e avaliar aspectos, como os requisitos dos processos ou atividades, e calcular os riscos das falhas, calculando as causas potenciais das hipóteses de falhas, buscando em seguida o estabelecimento de uma proposta de redução do risco de ocorrência das falhas. Tabelas foram criadas mostrando justamente a aplicação do FMEA de acordo com os modos de falha elencados a seguir:

1. Falha da área demandante (tabela 3.3);
2. Falha na equipe da gerência de desenvolvimento (tabela 3.4);
3. Falha do processo de desenvolvimento de SIs (tabela 3.5);
4. Falha na continuidade no desenvolvimento de SIs (tabela 3.6);
5. Falha de sistemas (tabela 3.7);
6. Falhas na implantação de sistemas desenvolvidos por equipe externa (tabela 3.8).

3.1.5 Proposta de novo processo de gestão de desenvolvimento de sistemas

Após a aplicação da ferramenta FMEA, seguem a seguir descrições sobre as principais falhas encontradas:

Tabela 3.3: Modo de falha (FMEA): área demandante

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Retrabalho para a equipe	Falta de disponibilidade do usuário	Agendas de reuniões, registro e repasse ao Diretor de TI	6	6	8	288	Atualização de registros pelo Gerente de Desenvolvimento e repasse da situação ao Diretor de TI
Atrasos nas entregas	Rejeição na solução do problema (resistência a sistematização)	Reclamação junto ao Diretor de TI por gerente da equipe de desenvolvimento	3	3	10	90	Atualização de registros por um Gerente de Projetos e repasse ao final para a Direção Geral
Retrabalho para a equipe	Falta de clareza no fornecimento de informações acerca do problema a ser solucionado	Agendas de reuniões, registro e repasse ao Diretor de TI	6	6	9	324	Fornecer relatórios e casos de uso para validação do usuário. Desenvolvimento por módulo e apresentação de protótipo para validação progressiva

- A “Falha da área demandante” que especificou como causa “Falta de clareza no fornecimento de informações acerca do problema a ser solucionado”, foi na verdade identificada como falha nos registros de documentação das informações prestadas pelos usuários. Além disso, em conversa com usuários percebeu-se que o resultado da programação de sistemas de forma interativa e progressiva, com entregas por módulos, pode diminuir retrabalhos consideráveis no final do projeto e trazer mais envolvimento e satisfação por parte dos usuários. A figura de um gerente de projetos também foi proposta, tanto por usuários quanto por membros da gerência de desenvolvimento, para controlar as ações e planos de projeto específico. Além disso, o gerente de projetos também geraria relatórios com indicadores de desenvolvimento dos sistemas aos gestores da Diretoria de Tecnologia e aos próprios *stakeholders*.
- A “Falha na equipe da gerência de desenvolvimento”, que especificou como causa “Indisponibilidade de recursos humanos”, mostrou-se estar bem presente na gestão

Tabela 3.4: Modo de falha (FMEA): gerência de desenvolvimento

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Entregas inadequadas	Falta de conhecimento profundo em tecnologia de desenvolvimento de software	Gerente da equipe de desenvolvimento e do Diretor de TI	4	3	6	72	Realização de capacitações contínuas. Aprimoramento do processo de seleção e recrutamento de recursos humanos
Atrasos nas entregas	Indisponibilidade de recursos humanos	Gerente da equipe de desenvolvimento e do Diretor de TI	6	7	8	336	Disponibilização de recursos humanos adequados com o escopo e tempo médio de desenvolvimento do sistema

de desenvolvimento de sistemas na Organização. Para essa falha grave foi proposta a utilização de desenvolvimento de sistemas de informação por projetos, com alocação de recursos determinada e autorizada pela direção geral e articulada por um escritório de projetos. Dessa forma, projetos não seriam empreitados sem a designação de recursos humanos necessários.

- As outras falhas graves detectadas são consequências de intervenções diretas do Diretor de Tecnologia, não por culpa deste mas devido aos atuais processos organizacionais que o demandam por isso, na decisão de iniciar ou mesmo paralisar o processo de desenvolvimento de sistemas, sem avaliar os critérios estratégicos para priorizar o atendimento de construção destes sistemas e sem redimensionar a equipe de acordo com os esforços das demandas.

As ações corretivas de soluções sugeridas poderiam nos indicar pequenos planos de ações, mas nos apontaram a necessidade de um desenho de processos que contemple toda a gestão do desenvolvimento de sistemas de informação. A seguir a proposta deste desenho de processos buscando superar as falhas mais graves apontadas pelo FMEA. Para melhor representação a proposta do desenho de processos foi dividida em três etapas (abrangendo uma ou mais fases cada), a saber:

1. Fase de análise, seleção e priorização de projetos:

Tabela 3.5: Modo de falha (FMEA): processo de desenvolvimento de SIs

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Não conformidade nas entregas	Erro no estabelecimento do escopo e no processo de análise de requisitos	Aceite do demandante, agenda de reuniões, gerente da equipe de desenvolvimento e Diretor de TI	3	2	10	60	Estabelecimento de metodologia institucional para o processo de desenvolvimento de sistemas. Documentação padrão para o levantamento de requisitos
Demora para início no atendimento de demandas	Ausência de metodologia para a escolha de sistemas a serem desenvolvidos	Contato direto dos demandantes com o Diretor de TI e com o Diretor Geral	7	6	9	378	Estabelecimento de metodologia institucional para a análise e priorização de sistemas a serem desenvolvidos de acordo com os objetivos institucionais

A ação corretiva “Estabelecimento de metodologia institucional para a análise e priorização de sistemas a serem desenvolvidos considerando critérios estratégicos e com a alocação de recursos adequados”, foi evidenciada com a aplicação da ferramenta FMEA, considerando ainda todos os atores envolvidos tais como o responsável pela diretoria de tecnologia, o gerente da área do desenvolvimento e equipe, e é claro, alguns usuários. Na situação atual, as decisões estão sob responsabilidade do Diretor de TI, enquanto que no processo proposto existe um caminho comum a todas as solicitações relativas a sistemas corporativos, que inicia-se pela coleta de informações sobre o sistema solicitado, *benchmarking* com sistemas semelhantes do mercado e aplicação de método multicritério AHP para priorizar os sistemas solicitados, considerando critérios alinhados aos objetivos estratégicos da Instituição. A aplicação do AHP, na proposta, gera um *ranking* relacionando as prioridades, que é repassado para conhecimento e homologação da direção geral da Organização, que autoriza ou não os projetos com a mobilização dos recursos necessários (possibilitando aumento de recursos humanos de acordo com as demandas).

Tabela 3.6: Modo de falha (FMEA): continuidade no desenvolvimento de SIs

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Demora ou paralisação do desenvolvimento de software	Alocação de recursos em outros sistemas	Agenda de reuniões, demandas realizadas diretamente ao Diretor de TI	7	6	8	336	Estabelecimento de metodologia institucional para a análise e priorização de sistemas a serem desenvolvidos considerando critérios estratégicos e com a alocação de recursos adequados

A estrutura, para o estabelecimento de critérios e a aplicação do método AHP para a definição de prioridade dos sistemas de informações a serem desenvolvidos, abrangeu as etapas seguintes.

(a) **Escolha dos critérios para seleção e priorização de sistemas, e o estabelecimento da hierarquia do problema de decisão**

Procedeu-se a escolha dos critérios para seleção e priorização de sistemas a serem desenvolvidos, e o estabelecimento da hierarquia do problema de decisão. Diversos critérios, de naturezas diversas, devem ser elencados para a correta priorização. Para este trabalho um grupo de decisores do núcleo estratégico, responsáveis por selecionar os critérios de acordo com o direcionamento estratégico do CEBRASPE, homologou os seguintes itens de decisão:

- i. **Comprometimento:** abrange critérios que irão estabelecer o grau de comprometimento das partes envolvidas no desenvolvimento dos sistemas de informação. A relação deve mostrar que quanto mais alto é o comprometimento com o projeto, maior prioridade ele terá. O comprometimento nesta proposta foi desmembrado em: “Comprometimento do Time” e “Comprometimento da Organização”.
- ii. **Custo:** contempla aspectos de custo para a “empreitada” de desenvolvimentos dos sistemas de TI. Foram levantados os subcritérios de “Investimento inicial” e “Manutenção e suporte” das aplicações. É possível que

Tabela 3.7: Modo de falha (FMEA): sistemas

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Prejuízo temporário na realização das demandas e entregas institucionais por parte do usuário	Sistema indisponível	Procedimento manual (contato com o gerente da equipe de desenvolvimento)	3	2	8	48	Estabelecer procedimentos de teste e mostrar mensagens de erro amigáveis no sistema com contatos para a solução de problemas
Operação do sistema impossibilitada	Apresentação de erros	Procedimento manual (contato com o gerente da equipe de desenvolvimento)	4	2	8	64	Realizar testes antes e após a implantação do software
Atrasos na realização das demandas e entregas institucionais por parte do usuário	Lentidão nas consultas atividades executadas pelas funcionalidades do sistema	Procedimento manual (contato com o gerente da equipe de desenvolvimento)	6	2	7	84	Elaborar plano de testes de carga com base nos ativos comerciais do documento de requisitos

Tabela 3.8: Modo de falha (FMEA): implantação de sistemas desenvolvidos por equipe externa

Efeito	Causas	Controles atuais	O	D	S	RPN	Ação corretiva e (ou) preventiva recomendada
Retrabalho de desenvolvimento a ser realizado por equipe interna	Sistema não se adéqua a plataforma de desenvolvimento da Instituição	Homologação, agenda de reuniões, contato inicial direto do demandante com o Diretor de TI	3	9	10	270	Estabelecer processos, papéis, metodologia de desenvolvimento e relatórios de acompanhamento padrões para sistemas internos e externos
Será necessário retrabalho e perda de tempo para ajustes. Por vezes esse trabalho passa para equipe interna	Sistema não atende às necessidades dos usuários	Homologação, agenda de reuniões, contato inicial direto do demandante com o Diretor de TI	3	8	10	240	Estabelecimento de um gerente de projetos para controlar a execução dos processos. Estabelecer processos, papéis, metodologia de desenvolvimento e relatórios de acompanhamento padrões para sistemas internos e externos

duas aplicações tenham muita importância estratégica e apesar de outras semelhanças em diversos critérios uma delas pode ter um custo de investimento inicial, por exemplo, muito elevado em relação a outra. No critério de custo deverá ter melhor avaliação na escala de importância relativa de Saaty aquela aplicação com menor custo de “Investimento inicial” e (ou) menor custo de “Manutenção e suporte”.

- iii. **Técnico (TI):** engloba aspectos técnicos de Tecnologia da Informação, que podem contribuir na escolha de sistemas. Foi desmembrado em: “Arquitetura do sistema e linguagem de programação”, “Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados” e “Interface”. Mais uma vez, quanto mais positivas forem as avaliações destes critérios, maiores serão suas prioridades.
- iv. **Estratégico:** critérios que estão relacionados a cadeia de valor da Instituição e também aos objetivos estratégicos. Esta unidade-caso atenderá ainda parte de uma iniciativa estratégica do CEBRASPE, que solicita um planejamento para uma metodologia completa de desenvolvimento de software, indo desde a concepção, passando pela seleção, repercutindo no desenvolvimento e entrega de soluções de sistemas de informação. Assim, a própria Organização reconhece neste momento que a gestão do desenvolvimento de sistemas é uma ação estratégica. O macrocritério “Estratégico” foi desmembrado em: “Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações”, “Melhora a reputação” e “Melhora os processos internos”. Novamente, quanto maiores as capacidades de melhoras dos sistemas, maiores serão suas prioridades.

A tabela 3.9 esquematiza, de forma resumida, os critérios e subcritérios selecionados com a ajuda do grupo de decisores do núcleo estratégico da Organização.

(b) **Ponderação de cada critério de acordo com o método (AHP) e normalização**

Conforme exige o método AHP, esta é a etapa de avaliação com a comparação par a par entre os critérios, e também entre os subcritérios. Inicialmente os critérios são comparados segundo a escala de importância relativa de Saaty [70], conforme tabela 2.2 explicitada no capítulo 2. As comparações estabelecem os pesos relativos, de acordo com a importância, de cada critério e foram realizadas com a ajuda do núcleo estratégico da Organização. A tabela 3.10 mostra o resultado da comparação par a par dos critérios seguindo a forma matricial 2.1 estabelecida no capítulo 2. Em seguida, a tabela 3.11 apresenta os resultados

Tabela 3.9: Critérios e subcritérios selecionados

Critérios	Subcritérios
Comprometimento	- Comprometimento do Time - Comprometimento da Organização
Custo	- Investimento inicial - Manutenção e suporte
Técnico (TI)	- Arquitetura do sistema e linguagem de programação - Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados - Interface
Estratégico	- Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações - Melhora a reputação - Melhora os processos internos

da comparação par a par dos critérios com normalização. A normalização é obtida através da divisão do valor de cada critério com o total de cada coluna. Os subcritérios de cada um dos critérios selecionados também são comparados par a par (o Apêndice B mostra as tabelas com os valores das comparações dos grupos relativos aos subcritérios).

Tabela 3.10: Resultado da comparação par a par dos critérios

Critérios	Comprometimento	Custo	Estratégico	Técnico (TI)
Comprometimento	1	1/7	1/9	1/3
Custo	7	1	1/3	5
Estratégico	9	3	1	7
Técnico (TI)	3	1/5	1/7	1
Totais	20,000	4,343	1,587	13,333

Tabela 3.11: Resultado da comparação par a par dos critérios com normalização.

Critérios	Comprometimento	Custo	Estratégico	Técnico (TI)
Comprometimento	0,0500	0,0329	0,0699	0,0250
Custo	0,3500	0,2304	0,2096	0,3751
Estratégico	0,4500	0,6912	0,6289	0,5251
Técnico de TI	0,1500	0,0461	0,0898	0,0750

(c) **Verificação de inconsistências nas atribuições de importância aos critérios**

Para verificação de inconsistências é necessário, antes de mais nada, achar o valor principal de Eigen (λ_{max}) conforme descrito no subitem “Processo de Análise Hierárquica (AHP)” do capítulo 2, que versa sobre a revisão do estado da arte. Em casos práticos utiliza-se a aproximação, que é obtida através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios (das tabelas com normalização) conforme cálculos demonstrados na tabela 3.12, visando simplificar o processo de obtenção do percentual de influência de cada critério [48].

Tabela 3.12: Cálculo do Vetor de Eigen e do percentual de influência.

Critério	Cálculo do Vetor de Eigen (com aproximação)	Percentual de influência
Comprometimento	$(0,0500 + 0,0329 + 0,0699 + 0,0250)/4 = 0,04445$	4,445
Custo	$(0,3500 + 0,2304 + 0,2096 + 0,3751)/4 = 0,29129$	29,129
Estratégico	$(0,4500 + 0,6912 + 0,6289 + 0,5251)/4 = 0,57383$	57,383
Técnico de TI	$(0,1500 + 0,0461 + 0,0898 + 0,0750)/4 = 0,09024$	9,024

O valor do índice de consistência (CI) proposto por Saaty [70] é de 0,0894, obtido através da aplicação da fórmula 2.3 descrita no capítulo 2 considerando λ_{max} igual a 4,260 conforme demonstrado na tabela 3.13. Já a taxa de consistência (CR) possui o valor igual a 0,0993, obtido através da aplicação da fórmula 2.4 detalhada no capítulo 2, indicando que as atribuições dos critérios na escala de importância relativa de Saaty [70] estão consistentes, haja vista que CR é menor que 10%. Para critérios com apenas um ou dois subcritérios não se aplica a verificação de consistência.

O obtenção dos índices de consistência (CI) e das taxas de consistência (CR) serviram para a obtenção e validação dos valores globais dos critérios e subcritérios (conforme tabela 3.14). A prioridade global de cada um dos critérios é determinada através do produto de cada prioridade (vetor de Eigen) do pri-

Tabela 3.13: Índice de consistência (tem como base o valor principal de Eigen).

Critério	Comprometimento	Custo	Estratégico	Técnico de TI
Vetor de Eigen (com aproximação)	0,04445	0,29129	0,57383	0,09024
Total (soma)	20,000	4,343	1,587	13,333
Valor Principal Eigen (λ_{max})	4,260			

Tabela 3.14: Taxa de consistência para os grupos de subcritérios.

Grupo	Valor Principal Eigen (λ_{Max})	Índice de consistência (CI)	Taxa de consistência (CR)
Subcritérios Estratégicos	3,030	0,020	0,028
Subcritérios Técnicos de TI	3,050	0,020	0,040
Subcritérios de Comprometimento	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Subcritérios de Custo	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

meiro nível por sua respectiva no segundo nível (conforme fórmula 2.2 descrita no capítulo 2). A figura 3.1 sintetiza os percentuais de influência na decisão (a tabela de cálculo para determinação do valor global da prioridade de cada um dos critérios está contida no Apêndice B).

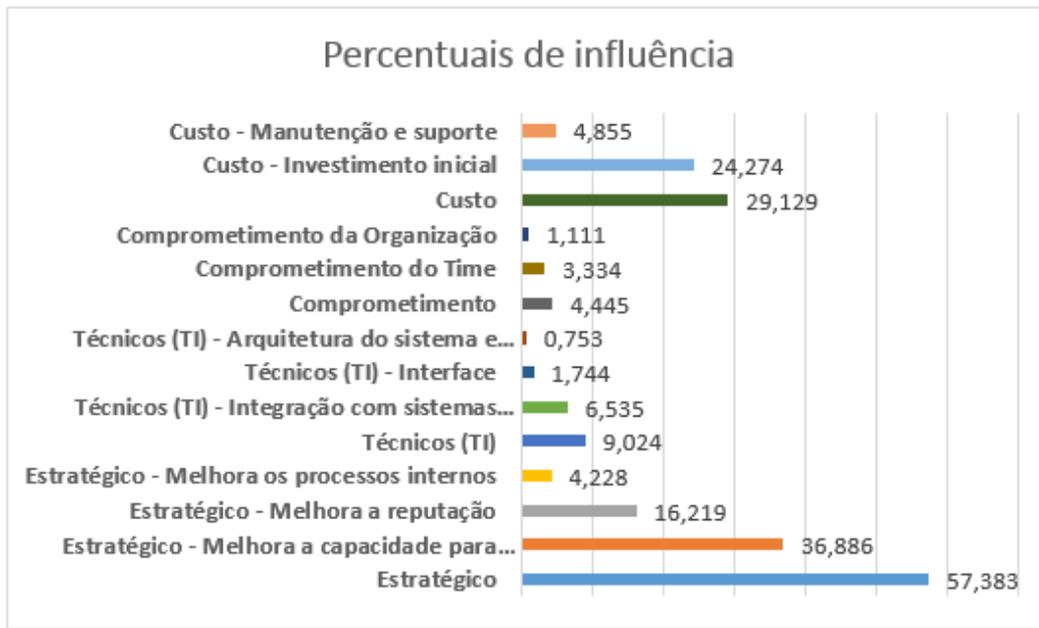


Figura 3.1: Percentuais de influência na decisão

Assim, a figura 3.2 representa a modelagem de processo que abrange as fases de análise, seleção e priorização de projeto descritas anteriormente.

2. Fase de Pré-Projeto e também fase de Iniciação/elaboração

A fase de Pré-Projeto juntamente com fase de Iniciação/elaboração, traz um caráter de projeto aos sistemas demandados, abrangendo os planos necessários juntamente com a aprovação dos demandantes. A gestão por projetos, segundo o PMBOK (2013) [65], é uma maneira de alcançar metas e objetivos organizacionais, considerando, é claro, projetos no contexto de um plano estratégico. Projetos também podem contribuir para os benefícios do programa, para os objetivos do portfólio, e para o plano estratégico da Organização.

Com a gestão de projetos busca-se, dentre outros benefícios, que os sistemas desenvolvidos possam:

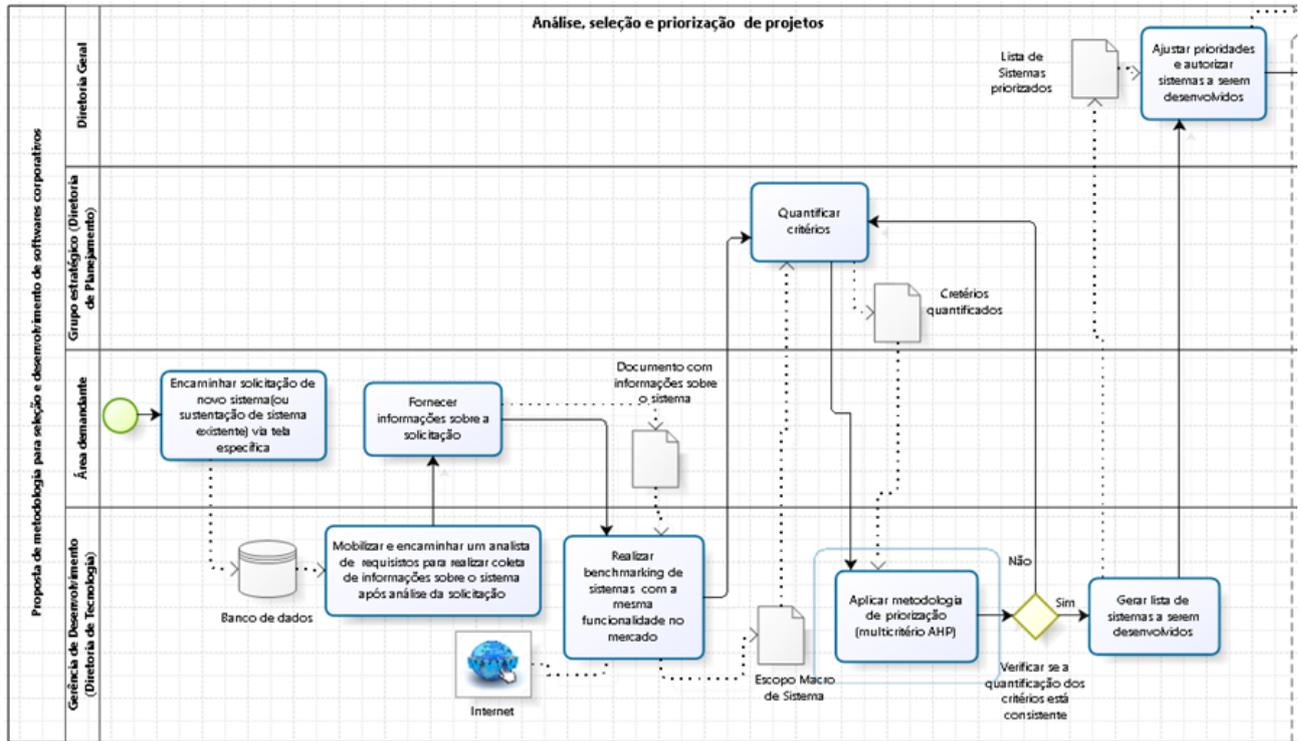


Figura 3.2: Fases de análise, seleção e priorização de projetos

- Ser concluídos dentro do tempo previsto;
- Ser concluídos dentro do orçamento previsto;
- Utilizar os recursos (materiais, equipamentos e pessoas) eficientemente, sem desperdícios;
- Atingir a qualidade e a performance desejada.

As figuras 3.3 e 3.4 representam modelagens de processos que abrangem propostas de solução para problemas apontados no FMEA, conforme descrições anteriores, com utilização da representação gráfica *Business Process Modeling Notation* (BPMN).

3. Fases de construção e transição

Na etapa que abrangeu as fases de construção e transição houve a manutenção da forma de construir os sistemas, ou seja, manutenção das programações das partes do sistema considerando as modernas práticas de mercado existentes com estabelecimento da arquitetura do sistema, desenho de interface e programação de funcionalidades da interface. Na parte de transição foi proposta uma homologação, por parte do demandante, de cada parte do sistema entregue, visando ajustes em tempo hábil, diminuição do retrabalho e entrega de funcionalidades de forma constante

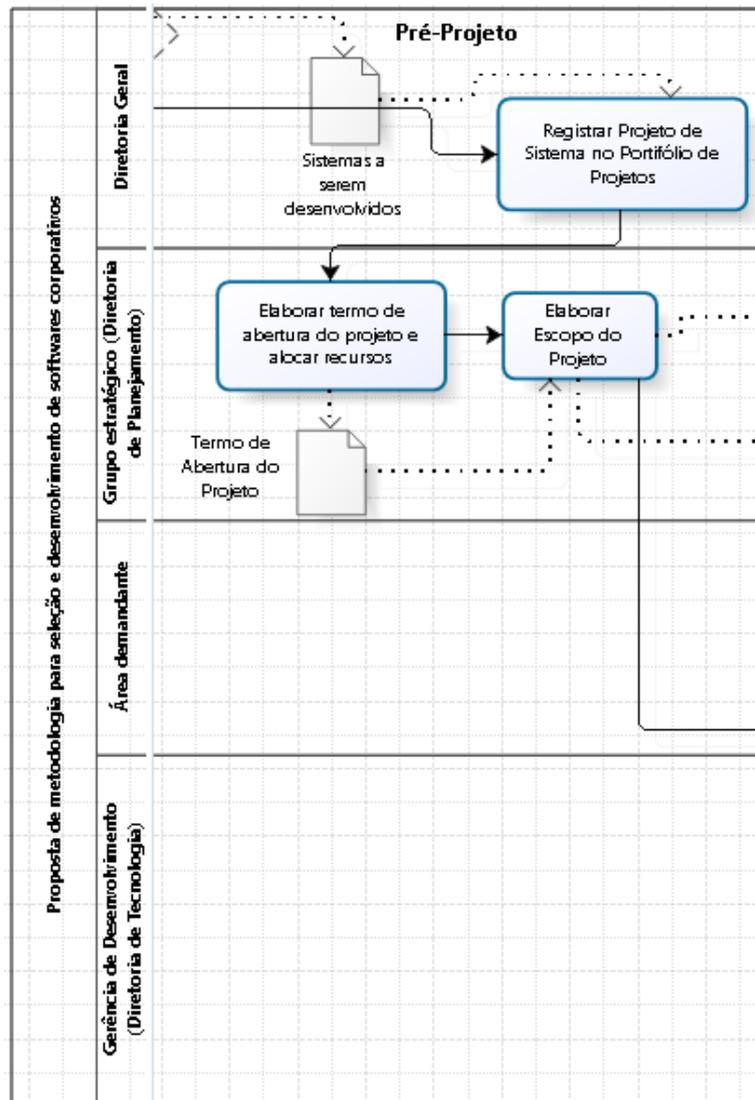


Figura 3.3: Fase de Pré-Projeto

e progressiva, o que pode possibilitar a utilização produtiva de partes entregues e homologadas do sistema.

Por fim, a figura 3.5 representa uma modelagem de processos que abrange proposta de solução para problemas apontados no FMEA, conforme descrições anteriores, com utilização da representação gráfica BPMN.

A presente unidade-caso, após a aplicação do FMEA e da técnica de mapeamento de processos, possibilitou uma reflexão, análise, entendimento e proposição do processo de gestão do desenvolvimento de sistemas da Organização considerada, especificando um

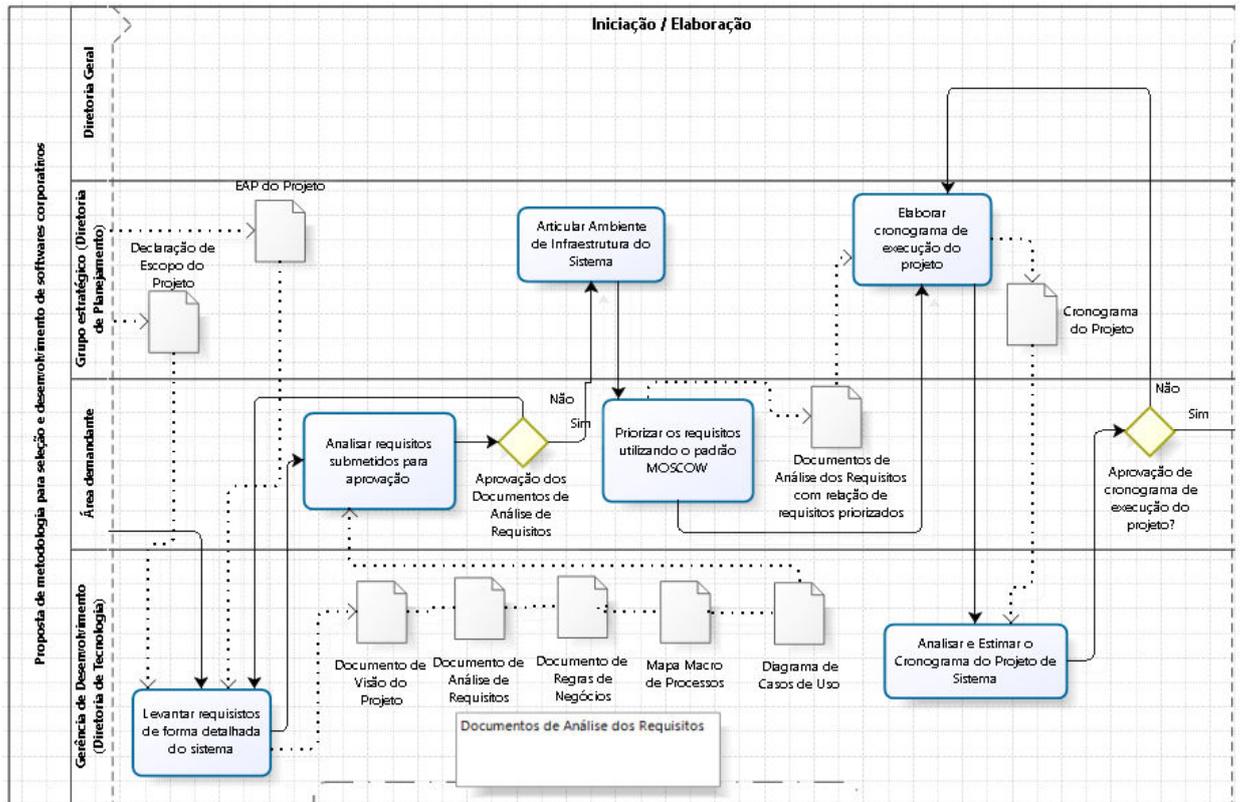


Figura 3.4: Fase de Iniciação/elaboração

controle que vai desde a solicitação dos sistemas, passando pela priorização baseada em critérios estratégicos, construção, testes e entrega dos sistemas.

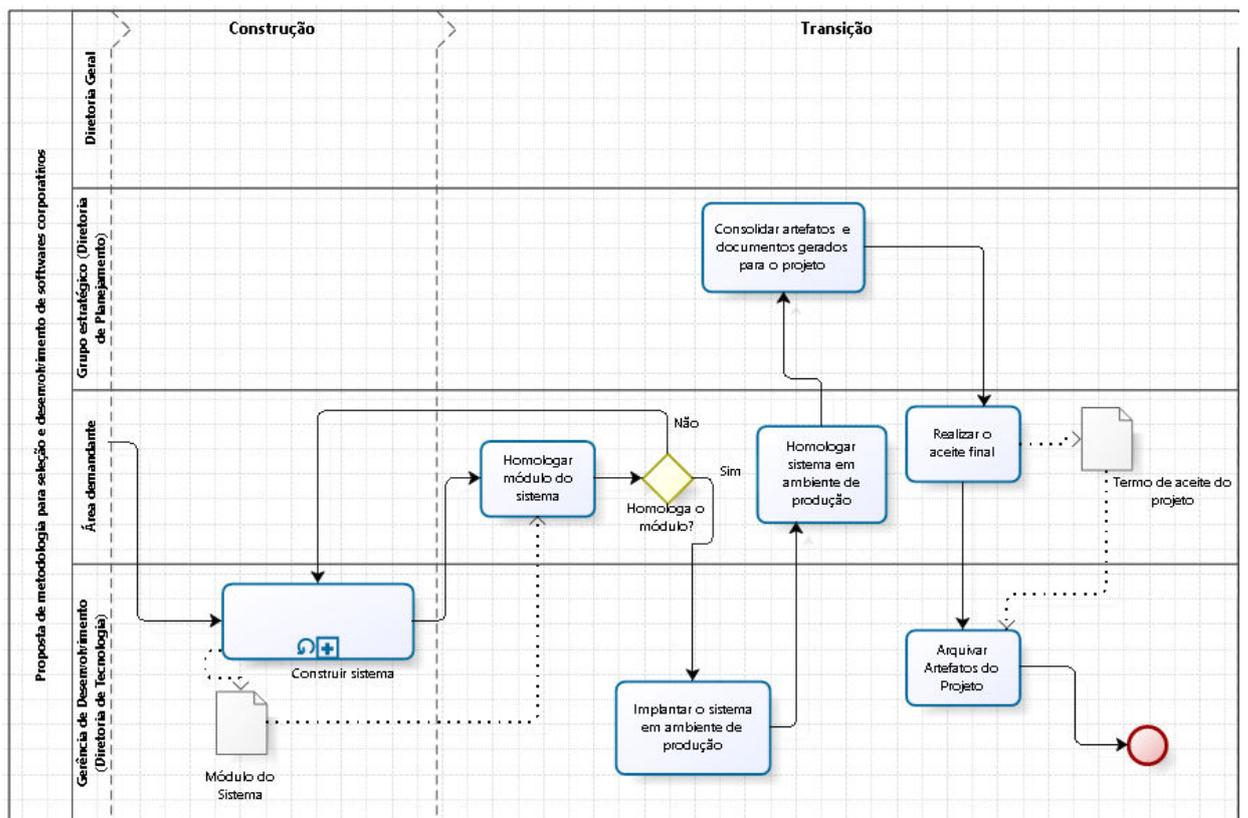


Figura 3.5: Fases de construção e transição

Capítulo 4

Unidade-caso II

O presente capítulo trata sobre medição de eficiência de unidades organizacionais. Para a obtenção de estimativas sobre eficiência existem várias metodologias disponíveis. Um dos métodos mais conhecidos, e aqui analisado, consiste na técnica não paramétrica chamada de Análise Envoltória de Dados, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA). Um ponto fundamental na utilização do DEA é a escolha das variáveis a serem utilizadas. No presente capítulo a técnica *Stepwise* foi utilizada para esse fim. Dessa forma, é apresentada uma pesquisa aplicada contemplando as abordagens DEA e *Stepwise*. O resultado encontrado é uma relação de localidades do CEBRASPE que podem ser utilizadas para a realização de provas e sua eficiência técnica (ou locativa) relativa, podendo contribuir na gestão de locação destas localidades.

4.1 Avaliação da eficiência no processo de locação de espaços físicos para a realização de provas usando DEA

Os processos de gestão são extremamente importantes para o sucesso das empresas ou indústrias, visto que são exercidos de forma contínua e respondem pelo alcance de seis indicadores de desempenho: eficiência, eficácia, produtividade, lucratividade, efetividade e competitividade [58]. A eficiência está associada ao melhor equacionamento entre recursos utilizados para alcançar os resultados, ou seja, a eficiência é alcançada quando se utiliza adequadamente os recursos disponíveis [58].

O presente trabalho apresenta uma pesquisa aplicada com a utilização da abordagem Análise Envoltória de Dados (DEA) e *Stepwise* em banco de dados cedidos pelo CEBRASPE, especificamente aos dados que se referem aos locais de prova, composta de características, com suas respectivas pontuações, e visando obter como resultado a relação

de eficiência destas localidades. A eficiência no contexto considerado se refere aos locais de provas mais adequados, de acordo com suas características e valor pago pela locação.

4.1.1 Objetivo da unidade-caso II

O objetivo deste capítulo é trazer subsídios técnicos para a escolha dos locais para a aplicação de provas, ou seja, deve contribuir no processo de tomada de decisão nas locações de espaços físicos para a utilização em exames e seleções diversas. O CEBRASPE deverá então ser beneficiado com economia nos custos de locação e utilizará os espaços físicos que possuem melhores condições para comportar os seus candidatos ou alunos. Quanto mais eventos ou concursos a Organização realizar, maior então a chance de benefícios com economia de recursos. Ressalta-se que o CEBRASPE, somente entre 2011 e 2013, realizou mais de 160 concursos, com mais de 4 milhões de inscritos em todos os estados do País, nas mais diferentes áreas de atuação: jurídica, administrativa, educacional, executiva, entre outras.

Para a aplicação de técnicas estatísticas, com foco na análise de eficiência, é possível e produtivo utilizar um ambiente de desenvolvimento de software. Além dos avanços teóricos sobre DEA, observa-se a evolução de programas que permitem a utilização desta técnica [64]. Desde softwares comerciais como o DEA Solver Pro, *Frontier Analyst*, Max-DEA e PIM-DEASoft, até programas não comerciais como DEAP e SIAD.

Para a presente pesquisa o ambiente de programação *RStudio Statistical Data Analysis*¹ foi escolhido por contar com um conjunto de ferramentas para manipulação de dados, cálculos e apresentação gráfica [?]. Dentre outras coisas, ele possui as seguintes características:

- é eficaz no armazenamento de dados;
- trata-se de um software livre e *open source*, altamente extensível;
- possui um conjunto de operadores para cálculos com *arrays*, em particular matrizes;
- possui um conjunto integrado de ferramentas para análise de dados;
- possui uma facilidade de trabalhar com gráficos para análise de dados, através da visualização diretamente no computador ou em cópia impressa;
- possui uma linguagem de programação poderosa e eficaz, chamada de S.

O *RStudio Statistical Data Analysis* é mais do que uma simples biblioteca de pacotes, pois permite aos usuários a construção de seus próprios programas ou *packages*. Portanto,

¹<https://www.rstudio.com/>

por meio do *RStudio*, os usuários podem obter soluções de baixo custo e livres das restritas opções oferecidas pelos programas dedicados apenas aos modelos DEA [64].

O pacote *Benchmarking* contém métodos de análise de fronteira. Ele suporta a técnica DEA abordando diferentes tecnologias (*fdh*, *vors*, *drs*, *crs*, *irs*, *add/frh* e *fdh*) e utilizando diferentes meios de eficiência (baseado em entrada e saída, gráfico hiperbólico, aditivo, superior e eficiência direcional). Possui também funcionalidades para que sejam gerados gráficos que facilitem a análise dos dados que estão sendo manipulados. Esse pacote é um complemento do livro do Bogetoft & Otto [12]. Este estudo está baseado na utilização deste pacote. A seguir serão detalhadas as cinco fases propostas.

4.1.2 Origem dos dados

Os dados utilizados na análise constituem um banco de dados com informações de locais de provas da região do Distrito Federal. Esse banco de dados é oriundo de um sistema específico para administração cadastral das instalações (espaços físicos para a realização de provas). Os dados da Tabela 4.1 compõem a lista de possíveis *inputs* e *outputs* para a modelagem DEA.

Tabela 4.1: Identificação das variáveis obtidas para a realização dos estudos.

Campo de identificação dos dados	Descrição da informação
<i>TotalPorInstituicao</i>	Representa o valor do aluguel do espaço físico.
<i>qt_Capacidade</i>	Representa a capacidade total que a Instituição possui para alocação de pessoas.
<i>qt_Salas</i>	Representa a quantidade de salas disponíveis na Instituição.
<i>nu_NotaConservacaoBanheiro</i>	Representa a nota de avaliação (na escala de zero a dez) efetuada pela organizadora para determinar o estado de conservação do banheiro.
<i>qt_CapacidadeMediaSalas</i>	Representa a capacidade média das salas disponíveis na Instituição.
<i>qt_Banheiro</i>	Representa a quantidade total de banheiros disponíveis na localidade.
<i>nu_NotaVentilacaoSala</i>	Representa a nota de avaliação (na escala de zero a dez) efetuada pela organizadora para determinar a ventilação das salas.
<i>nu_NotaConservacaoCarteira</i>	Representa a nota de avaliação (na escala de zero a dez) efetuada pela organizadora para determinar o estado de conservação das carteiras.

Outras variáveis foram concedidas pela Instituição de pesquisa, entretanto, conforme mostrado adiante no item “Seleção das variáveis de *inputs* e *outputs*”, elas não representaram importância para o modelo proposto neste trabalho e foram descartadas, a saber: *nu_NotaConservacaoCarteira* (representa a nota avaliada de 0 a 10 em relação ao estado de conservação das carteiras), *nu_NotaPintura* (representa uma nota avaliada de 0 a 10 em relação a pintura), *nu_NotaLimpeza* (representa uma nota avaliada de 0 a 10 em relação a limpeza).

As notas referentes às avaliações dos locais de prova, variáveis de nota da Tabela 2, foram lançadas no sistema por membros da área de logística da Instituição. Tratam-se de especialistas em locações de espaços físicos para a realização de provas que definem as notas após visita *in loco* a cada estabelecimento. Inicialmente um formulário em papel é preenchido e posteriormente estas informações são lançadas no sistema (disponível via web).

Foram fornecidos 431 registros de locais de prova. A descrição e identificação dos locais de aplicação foram omitidas. As variáveis na Tabela 4.1 foram as utilizadas no modelo.

4.1.3 Pré-Processamento

O pré-processamento compreende as funções que se relacionam à captação, à organização e ao tratamento de dados [41]. A fase de pré-processamento é muito importante para garantir a qualidade dos dados trabalhados.

Essa etapa da pesquisa foi iniciada com a seleção dos dados para identificar as informações que devem ser efetivamente consideradas. Nesse passo, analisou-se os dados de forma a assegurar a qualidade (completude, veracidade e integridade) dos fatos por ele representados. As variáveis com ausência de informações foram descartadas. Do total de 431 registros recebidos foram considerados 401.

Para a importação das informações, checagens e manipulações necessárias nesta fase de pré-processamento foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) *Microsoft² SQL Server Express³*.

4.1.4 Seleção das variáveis de *input* e *output*

Em estudos de eficiência, costuma-se utilizar como variável de entrada ou insumo (também chamada de *input*) um custo qualquer de produção ou serviço, ou diversas variáveis de custo quando estas existem. Isso pode ser verificado em diversos trabalhos [64], [78].

²<http://www.microsoft.com/pt-br>

³<http://www.microsoft.com/pt-br/server-cloud/products/sql-server/>

Nesta pesquisa será considerada, como variável de entrada, o custo de aluguel das localidades de realização das provas (a variável *TotalPorInstituicao*). As demais variáveis são candidatas a produtos (também chamadas de *outputs*) no contexto do modelo DEA.

Para a seleção das variáveis de *output*, é necessário verificar o quanto cada variável aumenta (variável preditora) o poder explicativo da variável de custo. Quando não se sabe o que cada variável preditora significa, é necessário realizar um procedimento para selecionar aquelas que possuem maior correlação com a variável dependente (custo de aluguel das localidades de realização das provas), ou seja, é necessário determinar as melhores variáveis predictoras de um critério. Isso pode ser feito através da regressão. Numa equação de regressão múltipla obtém-se um coeficiente de correlação, o parâmetro ou peso padronizado (β) representa a magnitude do relacionamento entre cada uma das variáveis predictoras e o critério estabelecido, sendo que sua interpretação depende, também, do conhecimento dos erros padrões a ele associados [35].

Existem alguns critérios que permitem a escolha da melhor função de regressão. A técnica *Stepwise* utiliza um algoritmo que possibilita escolher um modelo em que todos os parâmetros sejam significativamente diferentes de 0 (zero) [67]. É possível ainda, determinar qual é o modelo mais plausível para representar um fenômeno dentro de um conjunto de alternativas [50]. A opção é pelo Critério de Informação de Akaike, *Akaike Information Criterion* (AIC) [50].

O critério de informação de Akaike [82], é dado por:

$$AIC = \ln(L) + 2k \quad (4.1)$$

L é o máximo da função verossimilhança e k é o número de parâmetros estimado. Neste contexto, o melhor modelo será aquele que apresentar o menor valor utilizando o AIC.

A técnica *Stepwise* foi escolhida porque é adequada para estudos exploratórios. Com esta técnica a seleção da sequência dos preditores na equação é feita estatisticamente, sem um modelo empírico a ser seguido. É importante ressaltar que a modificação do conjunto de variáveis selecionadas poderá ter grande impacto no resultado da avaliação [80].

A família de métodos *Stepwise* parte da premissa de que a seleção de variáveis deve obedecer ao princípio de máxima relação causal entre *inputs* e *outputs*. Este é um método que se preocupa em aumentar a eficiência média com um número limitado de variáveis.

A técnica *Stepwise*, é sintetizada pelos seguintes passos [47]:

1. definição de um modelo base que contenha todas as variáveis consideradas essenciais por razões empíricas ou teóricas;
2. obtenção da estimativa da eficiência para o modelo;

3. cálculo da estimativa da eficiência com uma variável candidata ou com as variáveis desagregadas;
4. determinar os 4 testes (*Fm* - meia normal, *Fe* - exponencial, *K-S* - Kolmogorov-Smirnov e *T* - comparação das médias) e aceitar, ou não, o novo modelo.

Caso existam mais variáveis a desagregar ou novas variáveis candidatas, voltar ao passo 2. Embora a técnica *Stepwise* exija, do ponto de vista teórico, requisitos que, em geral, não se verificam, como a dimensão da amostra ou a independência [77].

Portanto, a técnica *Stepwise* foi utilizada neste estudo em conjunto com o Critério de Seleção de Akaike. A tabela 5.1 sintetiza o resultado da aplicação da técnica *Stepwise* com utilização do algoritmo *Stepwise AIC* com auxílio computacional da ferramenta *RStudio Statistical Data Analysis* e função *stepAIC* do pacote *MASS*, que selecionam o modelo através do método *Stepwise* com opções *backward*, *forward* e *both*.

Tabela 4.2: Resumo do resultado da aplicação da técnica *Stepwise* com o auxílio da ferramenta *RStudio Statistical Data Analysis* e a função *stepAIC* do pacote *MASS*

Modelo inicial:					
<i>TotalPorInstituicao</i> <i>qt_Capacidade + qt_Salas + qt_CapacidadeMediaSalas</i> <i>+ nu_NotaConservacaoBanheiro + nuNotaConservacaoCarteira + qt_Bebedouros</i> <i>+ nu_NotaVentilacaoSala + qt_Banheiro</i>					
Modelo final:					
<i>TotalPorInstituicao</i> <i>qt_Capacidade + qt_Salas + qt_Bebedouros + qt_banheiro</i>					
Step	Df	Dev Resid.	Df	Resid. Dev	AIC
1			392	2211365507	6242,689
2 <i>nuNotaConservacaoCarteira</i>	1	503284,4	393	2211868791	6240,780
3 <i>nu_NotaVentilacaoSala</i>	1	569478,1	394	2212438269	6238,883
4 <i>nu_NotaConservacaoBanheiro</i>	1	1531250,1	395	2213969520	6237,161
5 <i>qt_CapacidadeMediaSalas</i>	1	3709070,4	396	2217678590	6235,832

As variáveis preditoras que melhor explicam o critério (variável dependente), obtidas com a aplicação da técnica *Stepwise*, foram as variáveis: *qt_Capacidade*, *qt_Salas*, *qt_Bebedouros* e *qt_Banheiro*. Segundo a informação de *Akaike* o melhor modelo é o que possui menor valor de *AIC*.

A tabela 4.3 apresenta os dados obtidos através da regressão aplicada no modelo final abrangendo a variável dependente e as variáveis independentes selecionadas pelo *Stepwise*.

Observa-se, também pela tabela 4.3 e pelo valor de *t* (*t value*), que a variável preditora que possui maior correlação com a variável dependente, *TotalPorInstituicao*, é *qt_Salas*, e posteriormente destaca-se a variável *qt_Capacidade*. Entretanto, como a

Tabela 4.3: Resultado da regressão utilizando o modelo final.

	Residuals				
<i>Min</i>	<i>1Q</i>	<i>Median</i>	<i>3Q</i>	<i>Max</i>	
-14474,9	-547,1	-68,1	430,1	16565,0	
	Coefficients				
	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>	
(Intercept)	-1838,3319	247,0768	-7,440	6,30e-13	***
<i>qt_Capacidade</i>	1,4326	0,5849	2,449	0,0147	*
<i>qt_Salas</i>	150,7830	31,0786	4,852	1,76e-06	***
<i>qt_Banheiro</i>	52,2240	26,9580	1,937	0,0534	.
<i>qt_Bebedoutos</i>	64,1511	34,0954	1,882	0,0606	.
—					
<i>Signif. codes</i>	0 ‘***’	0,001 ‘**’	0,01 ‘*’	0,05 ‘.’	0,1 ‘.’
<i>Residual standard error</i>	2366 on 396	<i>degrees of freedom</i>			
<i>Multiple R-squared</i>	0,7864		<i>Adjusted</i>	<i>R-squared</i>	0,7842
<i>F-statistic</i>	364,4 on 4	<i>and 396 DF</i>		<i>p-value</i>	<2,2e-16

variável de *input*, *TotalPorInstituicao*, possui capacidade considerável de influência pelas variáveis independentes (*outputs*) no modelo final, conforme resultado da aplicação da técnica *Stepwise*, todas estas variáveis independentes serão utilizadas na aplicação do modelo de eficiência (DEA). Ressalta-se ainda, através de informações da tabela 4.3, que a regressão utilizada nos mostra um teste confiável (o valor ajustado de r^2 é 0,7842, *p-value* é baixo e o teste *F-statistic* é 364,4).

4.1.5 Aplicação da Análise Envoltória dos Dados – DEA

Na figura 4.1, ajustou-se o gráfico através da implementação dos modelos clássicos do DEA no ambiente *RStudio Statistical Data Analysis*, com *input* e *output* selecionados anteriormente usando o modelo de retorno constante de escala, *Constant Returns to Scale* (CRS) – traço pontilhado, e o modelo com retorno variável de escala, *Variable Returns to Scale* (VRS) – traço contínuo, nas versões dos multiplicadores com orientação ao insumo.

As unidades de decisão, ou *Data Making Unit* (DMU)s, que se posicionam sobre a curva do gráfico, conforme a figura 4.1, são consideradas mais eficientes, ou seja, são as referências geradas pela técnica DEA. É possível ainda que se identifiquem quais DMU’s deverão servir como *benchmark* para cada uma das unidades ineficientes.

As DMUs observadas que aparecem com maior frequência como padrão de eficiência ou *benchmark* das observações ineficientes são candidatas a serem mais eficientes dentro

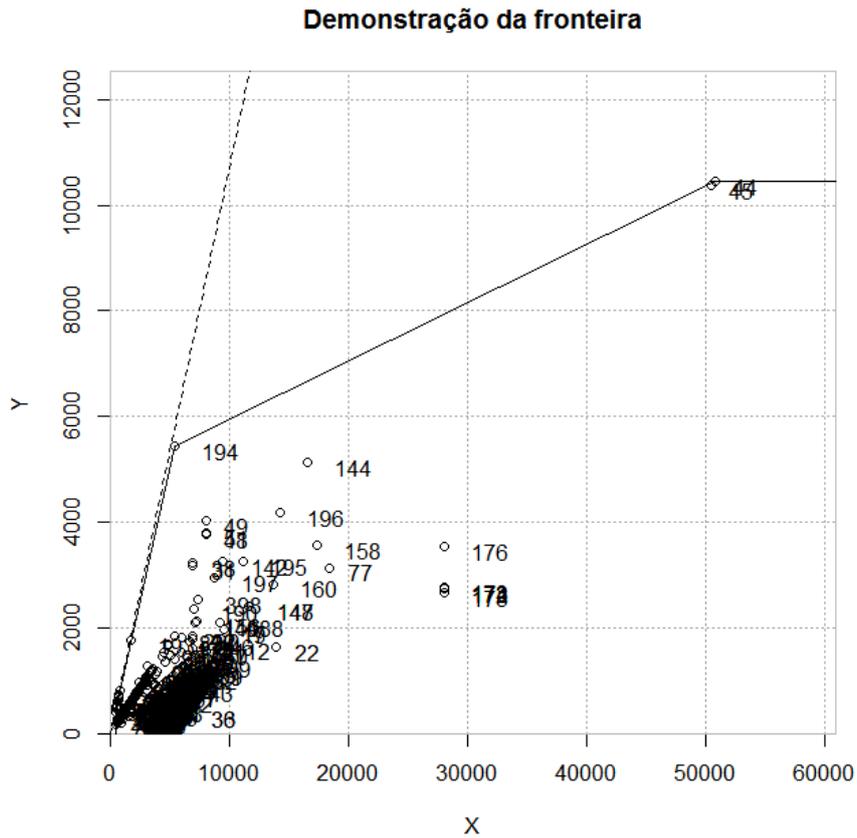


Figura 4.1: Gráfico demonstrando as fronteiras CRS e VRS.

do conjunto, ou seja, são as referências ou *peers* (*best practices*) obtidas pela técnica DEA. Ao definir a fronteira, a técnica DEA possibilita identificar os *peers* para cada operador, bem como os seus valores-alvo (*targets*) para os diferentes *inputs* e *outputs*. Assim, a tabela 4.4 apresenta uma amostra de DMUs com a identificação de suas referências para ilustração.

Tabela 4.4: Identificação dos *peers* de algumas DMUs para ilustração.

Local	<i>peer 1</i>	<i>peer 2</i>	<i>peer 3</i>	<i>peer 4</i>	<i>peer 5</i>
1	105	194	344		
2	88	187	356		
..
49	31	140	194	344	
..
144	194				

4.1.6 Resultado dos locais por eficiência

A tabela 4.5 demonstra um resumo da aplicação da técnica DEA nos registros de locais de prova (DMUs), utilizando o modelo com retorno variável de escala (VRS – traço contínuo), nas versões dos multiplicadores com orientação ao insumo. Verifica-se que foram encontrados 25 locais eficientes dentre os 401 analisados. Isso quer dizer que somente 6,2% dos locais estão na margem de eficiência.

Tabela 4.5: Resumo das informações de eficiências dos locais de realização de provas

<i>Eff range</i>	<i>#</i>	<i>%</i>			
$0 \leq E < 0,1$	2	0,5			
$0,1 \leq E < 0,2$	9	2,2			
$0,2 \leq E < 0,3$	41	10,2			
$0,3 \leq E < 0,4$	209	52,1			
$0,4 \leq E < 0,5$	41	10,2			
$0,5 \leq E < 0,6$	29	7,2			
$0,6 \leq E < 0,7$	21	5,2			
$0,7 \leq E < 0,8$	11	2,7			
$0,8 \leq E < 0,9$	8	2,0			
$0,9 \leq E < 1$	5	1,2			
$E == 1$	25	6,2			
<i>Min.</i>	<i>1st. Qu.</i>	<i>Median</i>	<i>Mean</i>	<i>3rd. Qu.</i>	<i>Max.</i>
0,0 794	0,33330.	0,33330	0,43400	0,48970	1,00000

A tabela 4.6 relaciona alguns dos locais com as eficiências encontradas. A listagem completa foi omitida sem prejuízo algum do entendimento, haja vista que os locais estão sem identificação. Para adequar o tamanho da tabela, as variáveis independentes (*outputs*) foram codificadas da seguinte forma: *Var 01* equivale a *qt_Capacidade*; *Var 02* equivale a *qt_Salas*; *Var 03* equivale a *qt_Banheiro*; *Var 04* equivale a *qt_Bebedouros*;

As eficiências com valor unitário (destacados na tabela 4.6) indicam que não é possível reduzir a quantidade de insumos e manter a mesma produção. Assim, as DMUs com eficiência unitária são tecnicamente eficientes. Caso contrário, quando é menor que 1, significa que há um excesso de insumos e a DMU é tecnicamente ineficiente. O resultado do modelo nos mostra que os valores para alocação destes locais de prova ineficientes são elevados pelo que eles oferecem.

Para entendimento do volume de recursos financeiros que poderiam ser economizados, consideraremos um cenário onde a utilização dos 401 locais poderia ocorrer numa única aplicação de provas. Com esta consideração, é possível calcular o desperdício de cada local com ineficiência relativa através da seguinte fórmula:

Tabela 4.6: Exemplos de locais de prova com suas respectivas eficiências

Local	TotalPorInstituicao	Var 01	Var 02	Var 03	Var 04	Eficiência
1	1935	645	20	16	1	0,33
2	900	300	9	12	1	0,52
3	1260	420	10	2	3	0,38
4	1260	420	10	2	2	0,36
5	1200	400	10	4	3	0,40
6	1368	456	12	4	5	0,40
...
23	655	655	16	2	1	1
...
30	695	695	16	6	6	1
31	6900	3065	73	6	36	1
32	6900	1760	39	6	36	1
...
42	492	492	15	4	3	1
...
44	50820	10164	197	40	41	1
45	50465	10093	193	40	41	1
...
353	450	150	6	6	3	1
354	945	315	9	4	9	0,83
355	945	315	9	4	9	0,83
356	450	450	20	8	1	1
...
397	900	450	15	6	1	0,50
398	7350	2450	57	24	1	0,73
399	6415	1283	35	8	3	0,22
400	1650	550	16	6	13	0,95
401	1461	487	13	8	6	0,39

$$Desperdício = \sum_{k=1}^n (1 - Eff(k)) * input(k) \quad (4.2)$$

Aonde, n é o número de locais de prova, k representa um local de prova (uma DMU). A função $Eff(k)$ retorna o valor da eficiência da DMU k . $Input(k)$ retorna o custo de aluguel para alocação de cada DMU.

Aplicando a fórmula, encontrou-se o valor de R\$ 754.293,30 como desperdício total no cenário considerado. Dessa forma, visto que o custo para os locais utilizados é de R\$ 1.256.056,00, haveria um desperdício equivalente a 60%.

Ressalta-se que na prática é complexo trabalhar apenas com locais eficientes em aplicações de provas (com um número elevado de inscritos), que podem exigir também a utilização de locais disponíveis que nem sempre são eficientes. Entretanto, em aplicações que ocorram em momentos distintos é possível priorizar sistematicamente as locações de espaços físicos com maiores eficiências técnicas.

Capítulo 5

Unidade-caso III

O presente capítulo trata sobre eficiência no processo de ensalamento de candidatos. Buscou-se inicialmente extrair conhecimento de bases de dados oriundas de inscritos em concursos públicos utilizando técnicas de mineração de dados. Posteriormente, explorou-se este conhecimento demonstrado na etapa inicial, através da inteligência competitiva com a intenção de obter ganhos de eficiência na utilização de recursos para a aplicação de concursos públicos. Ressalta-se aqui que se há eficiência no serviço prestado pela Organização, então existe a possibilidade de maiores investimentos em segurança e em outros aspectos que envolvem uma aplicação de prova, além de oportunizar também uma queda de preço nas taxas de inscrição nos processos seletivos.

5.1 Aplicação de Mineração de Dados e Inteligência Competitiva para Ganhos de Competitividade

Diversos estudos abordam a extração de conhecimento utilizando técnicas de mineração de dados. Há pesquisas que apresentam uma visão geral dos problemas envolvidos na área de descoberta de conhecimento e visualização de informações em redes sociais, especificando ainda uma estrutura para representação dos dados, um conjunto de técnicas de mineração de dados para aquisição de conhecimento e um mecanismo de aprendizagem de máquina para atuarem racionalmente no ambiente, e incrementar o desempenho em tarefas futuras [38]. Em termos de estudos correlatos, há também artigos publicados tratando sobre a inteligência competitiva e as vantagens de utilizá-la em organizações [20] e [28].

5.1.1 Objetivo da unidade-caso III

Para esse capítulo, foi contemplada a descoberta de conhecimento através da mineração de dados, que serviu de insumo para a utilização da inteligência competitiva organizacional.

Para o processo de descoberta de conhecimento, utilizaremos as consolidadas fases do processo *CRoss Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM): entendimento do negócio, seleção dos dados, limpeza dos dados, modelagem dos dados, avaliação do processo e execução. O CRISP-DM é extremamente completo e documentado. Todos os seus estágios são devidamente organizados, estruturados e definidos, permitindo que um projeto possa ser facilmente compreendido ou revisado [72].

Depois será utilizada a inteligência competitiva, agregando uma análise estatística descritiva para buscar informações importantes de custo para realizar simulações. Com as simulações podemos estabelecer a inteligência competitiva criada para a obtenção de vantagem competitiva através do aumento de eficiência do serviço prestado (com economia de custos) em aplicações de provas.

5.1.2 Entendimento do negócio, seleção dos dados, limpeza dos dados, modelagem dos dados, avaliação do processo e execução

Nesta etapa, serão consideradas as fases do CRISP-DM. Para entendimento do negócio do CEBRASPE utilizou-se das informações coletadas e descritas na unidade-caso I, que identificou a Organização, sua estrutura organizacional e seus contextos interno e externo, uma característica chave segundo a NBR ISO 31000 (2009) [4]. Na fase de seleção dos dados foram selecionadas e coletadas as informações necessárias em forma de arquivos estruturados. Nesta unidade-caso duas ferramentas foram utilizadas na presente etapa, a saber: o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) *Microsoft SQL Server Express* e o *RStudio Statistical Data Analysis*. A base de dados recebida contava com 3.783.863 inscritos em 27 eventos. Depois de concluída a fase de seleção dos dados a situação de processamento das inscrições foram padronizadas. Para a classe “Boleto” consideraram-se concursos que utilizaram boletos bancários ou outra forma de pagamento via documento com código de barras emitido para pagamento, como é o caso da Guia de recolhimento da União (GRU). Na situação de frequência nos concursos consideramos as seguintes categorias: “Ausente”, “Presente”, “Eliminado” e “Não convocado para a realização das provas” (descrição atribuída aos registros de inscritos com a situação de pagamento igual a “Inscrição cancelada”). As eliminações realizadas durante a realização das provas por algum item previsto em edital foram todas agrupadas na categoria “Eliminado”.

Para a modelagem também foi utilizada a ferramenta *RStudio Statistical Data Analysis*. Inicialmente foi aplicada uma técnica de classificação com o algoritmo de regressão logística para buscar relações entre os atributos com uma variável de resposta. Como

variável de resposta, foi escolhida a situação de comparecimento ou não, isto é, a intenção foi verificar quais atributos possuem influência na presença ou ausência de candidatos (classes). Concluída a etapa anterior, foram selecionadas todas as variáveis predictoras que mostraram associações significativas com a variável de resposta. Utilizando árvore de decisão foi possível obter um modelo de indução no formato “Sim-Não”, a ser construído para dividir as diferentes classes de acordo com os atributos. O resultado gerado consta na figura a seguir:

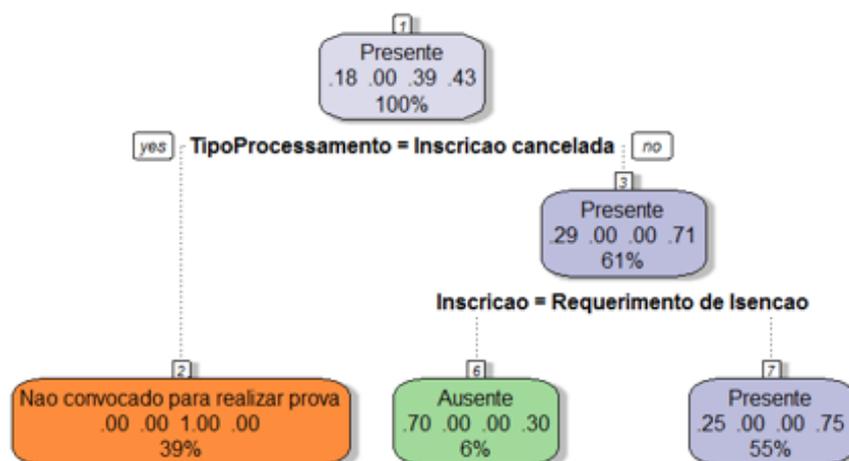


Figura 5.1: Árvore de decisão obtida com as variáveis predictoras do modelo final

A árvore de decisão mostra uma estrutura de quatro variáveis de resposta, a saber: “Ausente” (em cor verde aonde ela se destaca), “Eliminado”, “Não convocado para realizar prova” (em cor laranja aonde ela se destaca), e “Presente” (em cor lilás aonde ela se destaca). Como o número de ocorrências da variável “Eliminado” foi irrelevante a estrutura não chegou a representar esta variável.

Após análise da árvore de decisão gerada e utilizando conhecimento de negócio deduziu-se óbvia e desnecessária a relação apresentada pela classe “Não convocado para realizar prova”. Entretanto, a outra relação foi uma surpresa, pois apesar da suspeita de que o índice de abstenção dos isentos fosse maior que a abstenção dos candidatos não isentos, não se esperava a grande diferença apresentada. O que a árvore de decisão demonstra é que 70 por cento dos participantes que possuem inscrição efetivada por meio de isenção de taxa de inscrição não comparecem ao local das provas para a realização das mesmas. A árvore de decisão também mostra que mais de 1/4 dos candidatos devidamente alocados não comparecem para a realização das provas.

5.1.3 Aplicação de Inteligência Competitiva (I.C.)

Foi verificada a oportunidade de trabalhar e analisar os custos com os isentos ausentes, porém a opção neste trabalho foi em utilizar a informação relativa ao número de ausentes em geral, que representa mais de 1/4 dos candidatos devidamente alocados, conforme dito anteriormente. Essa opção apresenta um número mais expressivo de candidatos, e que por isso pode ter uma possibilidade de ganho também mais expressiva.

Para buscar uma eficiência nos serviços prestados através da otimização de recursos, ou seja, obter uma vantagem competitiva, que aproveite melhor as capacidades dos locais de prova, foi necessário considerar a informação sobre a quantidade de candidatos ausentes, observando, entretanto, os seguintes aspectos:

1. garantir aplicações sem riscos para os candidatos, de forma a nunca faltar espaço e estrutura adequados para que os mesmos possam realizar as provas;
2. fornecer uma estrutura que comporte ainda possibilidades de atendimento a candidatos fora do cadastro de alocados, provocados por força de liminares, por pagamentos não identificados pela Organização aplicadora ou por alguma inconsistência nos trâmites bancários.

5.1.4 Dados para levantamentos dos custos

Para verificar se houve redução de custos foi necessário, antes de tudo, levantar e analisar dados de custo em relação aos locais utilizados em aplicações de provas. O levantamento em questão utilizou duas bases de dados, a saber:

1. A base de candidatos inscritos citada anteriormente no subitem “Seleção de dados”. Informações gerais sobre a base de inscritos utilizada:
 - (a) Total de candidatos inscritos: 3.783.863 (três milhões, setecentos e oitenta e três mil e oitocentos e sessenta e três);
 - (b) Total de candidatos com inscrição efetivada: 2.261.400 (dois milhões, duzentos e sessenta e um mil e quatrocentos);
 - (c) Total de eventos (concursos): 27 (vinte e sete);
 - (d) Total de salas: 51.074 (cinquenta e um mil e setenta e quatro).
2. Uma planilha de locais de prova com valores de contratação de espaços utilizados em eventos ocorridos no mês de março do ano de 2014, fornecida pelo setor responsável pela locação de Espaços Físicos para concursos e eventos do CEBRASPE. Aqui destaca-se o seguinte:

- (a) A planilha de locais de prova com valores de contratação utilizada relacionava 1.231 (um mil e duzentos e trinta e um) locais de prova e o custo médio por local encontrado foi de R\$ 2.716,12 (dois mil e setecentos e dezesseis reais e doze centavos). Entretanto, como as informações a respeito dos locais utilizados eram referentes ao mês de março de 2014, então aplicou-se o índice de inflação referente ao período transcorrido (Março/2014 a Dezembro/2014), de 5,10%. O valor final, após aplicação da inflação, de custo médio por local de aplicação foi de R\$ 2.854,64 (dois mil e oitocentos e cinquenta e quatro reais e sessenta e quatro centavos) conforme demonstrado no Apêndice D. Os custos para contratação de Coordenadores, Subcoordenadores, Fiscais de sala e outros atores importantes em aplicações de prova foram informados pelo setor responsável do CEBRASPE, utilizando o preço praticado atualmente (sem a necessidade de correções). Este mesmo setor também informou o percentual de reserva, quando necessário, para cada um desses atores.

Uma informação importante proveniente do referido setor responsável pela locação de espaços físicos para concursos foi a de que sempre existe uma sala reservada para contingências e riscos, ou seja, para tratar candidatos portando liminares, ou ainda para contemplar candidatos com boletos bancários não processados por bancos, mesmo estando na condição de pagos, etc. E que esta sala reserva possui uma capacidade média para 30 participantes. Historicamente, o número de utilização da capacidade desta sala de contingências nunca ultrapassou 40%. Assim sendo, os 60% restantes, ou seja, 18 vagas da sala reserva podem ser utilizadas para candidatos que pertençam a salas com capacidades esgotadas (superdimensionadas para considerar as ausências).

Chamaremos de “Não Comparecimento Controlado (NCC)”, o número de candidatos ausentes já esperado e que é rotineiro em aplicações. Chamaremos de “Comparecimento Não Esperado (CNE)”, o comparecimento acima do esperado de candidatos em determinada sala.

De acordo com os dados levantados para estimar custos, a moda do percentual de ausência foi de 25% (vide Apêndice D). Dessa forma, as simulações podem ser realizadas com os percentuais de ausentes menores que a moda, na busca de um percentual de NCC ideal, considerando os aspectos de negócios já colocados que devem ser garantidos para o bom andamento de uma aplicação de prova.

5.1.5 Simulações

A simulação é uma técnica utilizada tanto para projeto e avaliação de novos sistemas, como para reconfiguração física ou mudanças no controle e(ou) regras de operação de sis-

temas existentes. As aplicações de simulações têm crescido em todas as áreas, auxiliando os gestores na tomada de decisão em problemas complexos e possibilitando um melhor conhecimento dos processos nas organizações [71].

Para a simulação em questão, utilizou-se instruções em linguagem padrão de banco de dados (SQL), o banco de dados de inscritos, e o sistema de gerenciamento de banco de dados *Microsoft SQL Server Express*. As simulações foram realizadas obedecendo aos seguintes passos para cada um dos percentuais de ausência encontrados abaixo da moda:

1. Estabelecimento do percentual a ser simulado como entrada (inicia-se do 24, primeiro inteiro menor que a moda de 25);
2. Sumarização em tabela temporária de todas as salas contendo as seguintes informações: evento, local de prova, sala de prova, quantidade de inscritos, de ausentes, percentual de ausentes e quantidade de CNE. A informação de Não Comparecimento Controlado (NCC) foi obtida para cada sala através do produto entre o número de inscritos na sala e o percentual a ser simulado, arredondando para o inteiro seguinte (caso o número obtido não seja inteiro). Depois disso subtrai-se, do número de ausentes na sala, o resultado dos cálculos acima referentes à informação de Não Comparecimento Controlado (NCC). Caso o resultado represente um número positivo, então existe a indicação de que o número de ausentes na sala foi maior que o número de ausentes esperado (ocorrência de CNE).
3. Sumarização em tabela temporária dos locais de prova abrangendo o número de salas, o número de salas com ocorrência de CNEs e número de candidatos em situação de CNE.
4. Contagem das ocorrências (locais de prova) onde a quantidade de alunos com CNE pode gerar algum tipo de problema por não ser possível comportá-los na sala reserva. Considerou-se aqui somente locais com ocorrências de CNE maior que 18, pois conforme informação do setor responsável pelas locações de espaços físicos haverá sempre uma sala com capacidade de 30 pessoas, com possibilidade de comportar 18 lugares em caso de CNE (60% da capacidade conforme informado anteriormente). Considerou-se ainda, haja vista que a média de salas por local também é 18, somente locais que a quantidade de candidatos com CNE superasse a quantidade de salas.

Com 8% de NCC aplicado a cada sala, isto é, aumentando sua capacidade em termos virtuais, constatou-se somente 2 locais com problemas. Mesmo assim, seria difícil ocorrer algum tipo de problema real, haja vista que foi constatado nestes locais a inexistência de candidato liminarista (restando uma maior capacidade nas salas reservas). De qualquer forma, como o requisito era utilizar até 60% de ocupação da sala reserva (18 lugares) e

Tabela 5.1: Resultado das simulações

Percentual de NCC aplicado	Locais com problemas
24%	1147
23%	1090
...	...
12%	131
11%	96
10%	50
9%	20
8%	2
7%	0

não 30 lugares (capacidade média destas salas reservas), a simulação assegura a utilização de 7% de NCC (com nenhum problema de falta de capacidade nos locais de prova). A tabela 5.1 sintetiza estas informações. A utilização deste percentual de 7% apontou ainda que o intervalo de confiança, de que cada sala comporte o seu número de CNEs, equivale a 95%, ou seja, tem-se confiança no resultado segundo Fisher [37] (vide Apêndice C).

Capítulo 6

Conclusões

A presente pesquisa se desenvolveu no CEBRASPE, uma Organização Social (O.S.) que, além de concursos públicos, realiza processos seletivos, certificações e pesquisas na área educacional, bem como elaboração e aplicação de avaliações educacionais. Essa organização encontra-se inserida no contexto descrito alhures desse trabalho, e empreende esforços para a melhoria contínua de eficiência em seus processos, na intenção de se tornar ainda mais competitiva considerando sua nova personalidade jurídica.

O trabalho demonstrou, com aplicações e apresentação de resultados, potenciais ganhos de vantagens competitivas através da utilização da inteligência competitiva, da gestão de riscos e de ferramentas computacionais aplicadas. Com três unidades-caso abrangendo as etapas de delimitação, coleta de dados, e aplicação de técnicas e ferramentas diversas na seleção, análise e interpretação dos dados, foi possível elaborar resultados e relatórios sobre as análises. As três unidades-caso compõem então um estudo de caso que visa contribuir, com aspectos de ganhos de competitividade, para que o CEBRASPE trabalhe, através dos benefícios vislumbrados com a utilização da inteligência competitiva, da gestão de riscos e com o uso de ferramentas computacionais aplicadas, com mais eficiência em seus processos e permaneça bem situado no mercado de concursos públicos, avaliações e certificações. Obviamente que estas unidades-caso não resolvem todas as condições para que o CEBRASPE possa atingir as metas propostas em contrato de gestão firmado com eficiência, e resolver todas estas questões também não constitui a proposta desse trabalho. Entretanto, as unidades-caso alcançaram os objetivos da pesquisa demonstrando potenciais ganhos de competitividade em processos da Organização com a aplicação eficiente e ainda com economia de seus recursos financeiros. A utilização cotidiana dos benefícios vislumbrados, juntamente com suas técnicas e ferramentas, em outros processos e procedimentos da Organização, podem trazer mudanças também impactantes conforme resultados obtidos nas unidades-caso, que levaram em conta alguns processos específicos.

É importante esclarecer que as questões relacionadas a ganhos de competitividade

tratadas no presente trabalho não considera mudanças mercadológicas na oferta de produtos ou serviços da Organização, ou seja, não estão sendo previstas ou sugeridas neste documento propostas para a constituição de novos produtos ou serviços. Entretanto, o estudo possibilita uma diversificação mercadológica através do oferecimento de serviços já prestados com um custo menor, considerando ganhos de eficiência em seus processos, podendo alcançar assim clientes antes inacessíveis por questões de custo na oferta de serviços e produtos.

Neste estudo de caso utilizaram-se técnicas qualitativas e quantitativas, em cada uma das unidades-caso, para atingir o objetivo de demonstrar potenciais ganhos de competitividade em processos e retornos financeiros, provenientes da utilização da inteligência competitiva, dos princípios da Gestão de Riscos e também através do uso de ferramentas computacionais aplicadas para a Organização em voga.

A seguir são abordados os métodos empregados para o alcance dos objetivos específicos da presente pesquisa e ainda as considerações finais sobre cada aspecto do estudo de caso, contemplando também vislumbres sobre estudos futuros.

6.1 Métodos empregados para atingir os objetivos específicos:

6.1.1 Primeiro Objetivo específico

Para atingir o primeiro objetivo específico realizou-se pesquisa bibliográfica que abrangueu, além da literatura de referência, guias de referências em gestão de riscos tais como as normas NBR ISO 31000 (2009) [4], ISO/IEC Guia 73 [2], FERMA (2003) [36] e NBR ISO 31010 (2012) [2]. Esta pesquisa bibliográfica contemplou, também, técnicas aplicadas, como por exemplo: análise envoltória de dados (DEA), uma técnica estatística não paramétrica, e o processo de análise hierárquica (AHP), uma técnica de programação matemática. Foram resgatados ainda conceitos de inteligência competitiva, mapeamento de processos e mineração de dados, todos utilizados nas unidades-caso da pesquisa.

6.1.2 Segundo Objetivo específico

Para realizar o estudo de caso proposto, abordando o aspecto “Gestão do Processo de Desenvolvimento de SIs”, no segundo objetivo específico, foram empregados os seguintes métodos: observação, entrevistas com especialistas, consultas aos guias de gestão de riscos e documentos internos da Organização (estatuto, regimento interno, regulamento de compras e contratações e regulamento de gestão de pessoas).

Não há como trabalhar em uma análise de riscos sem o entendimento dos ambientes da Organização. Para atingir o segundo objetivo específico foi necessário estabelecer o contexto organizacional, conforme preconizado pela ISO 31000 (2009) [4], observando a articulação dos objetivos da Organização levando em conta os parâmetros internos e externos para a gestão de riscos. Ressalta-se que este contexto foi descrito, entretanto, de forma sintetizada respeitando, e por isso omitindo, informações sigilosas da Organização.

Para a obtenção do segundo objetivo específico utilizou-se ainda a ferramenta de análise de riscos FMEA na gestão do desenvolvimento de SIs do CEBRASPE. Como resultado, observou-se um avanço na escolha e priorização de sistemas a serem desenvolvidos considerando as metas estratégicas da Organização, um planejamento da alocação de recursos para o desenvolvimento de sistemas, assim como uma definição de papéis e atividades para o trabalho interno ou externo, permitindo o controle do andamento dos projetos e disponibilidade de algumas informações para os gestores e partes interessadas.

6.1.3 Terceiro Objetivo específico

Para realizar o estudo de caso proposto, abordando o aspecto de locação de espaços físicos para a realização de provas, foram empregados métodos de levantamento de informações através de análises de base de dados.

Para a obtenção de estimativas sobre eficiência existem várias metodologias disponíveis, embora nenhuma seja claramente superior. Um dos métodos mais conhecidos, e aqui analisado, consiste na técnica não paramétrica chamada DEA. O capítulo 4, que abrange o terceiro objetivo específico, mostrou a aplicação da técnica DEA juntamente com a técnica *Stepwise* em uma base de dados fornecida pelo CEBRASPE, e foram obtidos como resultado os níveis de eficiência técnica das localidades. Foi estabelecida também uma fórmula para mensuração, em termos financeiros, do desperdício na utilização de localidades não eficientes.

6.1.4 Quarto Objetivo específico

Para realizar o estudo de caso proposto, abordando o aspecto “Ensalamento de candidatos”, quarto objetivo específico, foram empregados os seguintes métodos: análise de base de dados e entrevistas com especialistas.

Técnicas de mineração massiva de dados foram aplicadas em bases digitais relacionadas a concursos públicos para apontar descoberta de conhecimentos. Neste caso, o apontamento foi o alto índice de não comparecimento aos locais de prova de candidatos devidamente inscritos em concursos públicos. Essa informação sobre os candidatos ausentes foi explorada, através da inteligência competitiva, para a obtenção de maior eficiência,

com economia de recursos na locação de espaços físicos, permitindo assim possibilidades de investimentos em outras áreas, ou até decréscimo em taxas de inscrição. O trabalho mostrou, através de simulações e considerando certas premissas, que a utilização de 7% de extrapolação das capacidades reais das salas pode ser estabelecida sem prejuízo, em termos de problemas de capacidade em locais de prova, ao CEBRASPE.

6.2 Conclusões sobre a unidade-caso I

A unidade-caso I apresentou a aplicação de uma das técnicas mais difundidas de análise de riscos, o FMEA, no contexto de gestão de riscos, no processo de gestão do desenvolvimento de SIs.

Este estudo, após a aplicação do FMEA e da técnica de mapeamento de processos, possibilitou uma reflexão, análise, entendimento e proposição do processo de gestão do desenvolvimento de sistemas da Organização considerada, especificando um controle que vai desde a solicitação dos sistemas, passando pela priorização baseada em critérios estratégicos, construção, testes e entrega dos sistemas. Neste sentido, pode-se concluir que a pesquisa atingiu seu objetivo de desenho de um processo de gestão do desenvolvimento de sistemas de informações através de apontamentos dos efeitos de falhas.

Constata-se que a princípio, nada impede a aplicação da combinação FMEA, BPM e AHP em organizações de outras naturezas, públicas ou privadas, para propor mapeamentos de processos, de gestão ou operacionais, que estejam com falhas aparentes. Esta combinação pode ainda ser realizada periodicamente para contemplar a detecção de novas falhas ou ainda monitorar os processos propostos.

É importante ressaltar que o FMEA deve ser constantemente revisado e atualizado. Recomenda-se que se aplique ou atualize o FMEA durante os estágios de formulação de projetos, concepção preliminar de projeto, na conclusão de projeto detalhado e ainda em programas de melhorias.

Para a aplicação da ferramenta FMEA torna-se necessário que o profissional que irá desenvolver um programa de gestão de riscos conheça as atividades avaliadas ou se envolva com quem as conhece. Também é importante ressaltar que nem sempre pode-se efetuar uma boa avaliação com o emprego de apenas uma ferramenta. Muitas vezes lança-se mão de várias outras.

Trabalhos futuros foram vislumbrados para o processo de gestão do desenvolvimento de sistemas de informação na Organização, a saber: o estabelecimento de indicadores no processo de desenvolvimento e a medição da maturidade deste processo proposto. Tais estudos podem trazer ganhos de qualidade significativos na gestão do processo de desenvolvimento de sistemas.

6.3 Conclusões sobre a unidade-caso II

Os objetivos da unidade-caso II consistiram no tratamento de dados e na seleção de variáveis para a aplicação da técnica DEA na forma clássica (com orientação por insumo), para cálculo da eficiência de locais de prova.

Constatou-se que a forma de locação destes locais de prova pode ser aprimorada buscando sempre a utilização de locais considerados eficientes tecnicamente, conforme modelo proposto. A Instituição poderá poupar recursos para utilização em outras iniciativas, como por exemplo, em melhorias nos aspectos relacionados à segurança ou estrutura.

Para selecionar as variáveis que possuem maior correlação com a variável dependente (custo de aluguel das localidades de realização das provas), foi utilizada a técnica *Stepwise*, que se baseia em regressão. As variáveis que melhor explicam o critério de preço das localidades de prova, dentre as variáveis presentes na base de dados trabalhada, são: *qt_Capacidade*, *qt_Salas*, *qt_Bebedouros* e *qt_banheiro*. Considerando um cenário no qual 401 (quatrocentos e um) locais, da base de dados encaminhada, seriam utilizados num único evento, foi encontrado um desperdício de R\$ 754.293,30 (setecentos e cinquenta e quatro mil e duzentos e noventa e três reais e trinta centavos), que corresponde a 60% do custo total.

O uso da DEA apresentou várias vantagens, das quais se destacam: a identificação de um conjunto de DMUs (*peers*) eficientes com combinação de *inputs* e *outputs* semelhantes para cada DMU ineficiente; a facilidade em lidar com múltiplos *outputs*; a adoção dos melhores resultados como elementos de comparação e a não assunção de uma forma funcional para a fronteira ou para a ineficiência quando associada ao erro.

Ressalta-se como desvantagem que a técnica DEA não permite, com facilidade, a inferência estatística dos resultados obtidos.

Como sugestão para estudos futuros vislumbrou-se a elaboração de um modelo que, de acordo com a localização geográfica relativa de prova e outras variáveis de *output*, seria possível prever o preço eficiente de locação. Evidentemente que seria necessário estabelecer índices para cada localização (considerando bairros, por exemplo). Este modelo poderia ser utilizado no momento da negociação de preço das locações dos espaços físicos de prova.

6.4 Conclusões sobre a unidade-caso III

A unidade-caso III mostrou que é possível, em centros e instituições organizadores de concursos, analisar dados de inscrições de candidatos através de técnicas de mineração de dados para realizar apontamentos que nem sempre são claros para os gestores e tomadores de decisões. Conforme se observou, foi possível ainda explorar, buscando obter vantagens

competitivas, os apontamentos realizados pelas técnicas de mineração de dados. Obviamente que para se obter vantagens competitivas, o estudo deve considerar as premissas de segurança, qualidade e das regras de negócios que permeiam a Organização. Conhecer as regras de negócio é fundamental para perceber com maior facilidade as oportunidades a serem exploradas, como vantagens competitivas, a partir de qualquer apontamento.

O percentual apontado como seguro para considerar NCCs no momento de reserva de salas para aplicações de prova, de 7%, demonstrou ser possível, sem trazer problemas ou consequências por falta de capacidade (em 100% dos locais analisados), conforme análise realizada nos dados utilizados na simulação, que representam uma amostra bem significativa e diversificada. Não está descartada a possibilidade de utilizar um percentual maior de NCCs com segurança, trazendo retornos financeiros e vantagens competitivas ainda maiores, desde que seja aumentada a premissa de capacidade da sala reserva de 18 participantes (60%). Para isso é necessário realizar uma análise de riscos para diminuir o percentual de 40% da capacidade de salas reservas para as situações de contingência (candidatos fora do cadastro de alocados por força de liminares ou por pagamentos não identificados pela Organização aplicadora por alguma inconsistência nos trâmites bancários).

Ressalta-se aqui que a análise levou em conta aspectos específicos de capacidade, considerando que haverá uma sala reserva para cada 18 salas alocadas. Não foram levados em consideração os aspectos de treinamento a fiscais de sala, estabelecimento de procedimento para encaminhamento de candidatos para a sala reserva, etc. Por isso, sugere-se providências complementares a implantação da inteligência competitiva adotada, tais como:

1. Formalização desse procedimento em edital em caso de CNEs em salas;
2. Treinamento da equipe de aplicação para que a mesma faça um encaminhamento adequado do participante à sala reserva sem constrangimentos, dentre outros.

Se fosse utilizado o percentual de 7% de NCCs para cada sala alocada, considerando o custo de R\$ 11,93 (onze reais e noventa e três centavos) por participante de acordo com os dados obtidos (vide Apêndice B), e levando em conta apenas o custo de alocação, para cada participante (sem considerar custos de impressão de documentos de prova, de elaboração de questões e outros) e considerando ainda os 2.261.400 (dois milhões e duzentos e sessenta e um mil e quatrocentos) inscritos alocados (distribuídos em salas) em vinte e sete concursos utilizados na simulação, seria possível economizar cerca de R\$ 1.888.495,14 (um milhão, oitocentos e oitenta e oito mil e quatrocentos e noventa e cinco reais e quatorze centavos).

Com a economia de recursos financeiros obtida, na unidade-Caso III, seria possível investir em procedimentos de segurança nas aplicações para evitar fraudes. Existe também

a possibilidade de um decréscimo no valor das taxas de inscrição, permitindo assim maiores oportunidades a cidadãos de participarem de concursos. O fortalecimento da Instituição “concurso público” e a sua credibilidade são fundamentais para diminuirmos espaço para favores e negociatas por governantes, e ainda para que todos possamos ser atendidos no serviço público pelas pessoas mais capazes.

Para estudos futuros vislumbra-se, por exemplo, em bases com mais informações da Organização, trabalhos com mineração de dados através da aplicação de técnicas de agrupamento (*clusters*) para a busca de percentuais diferentes de NCCs, de acordo com uma determinada categoria de concurso ou perfil de candidato.

Referências

- [1] _____. Constituição (1998). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1988., 1988. 32
- [2] ISO GUIA 73 - Gestão de riscos - Vocabulário, 2005. ISO GUIA 73:2005. 14, 72
- [3] _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instrução Normativa 04/2008-SLTI/MPOG. Dispõe sobre o processo de contratação de serviços de tecnologia da informação pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 20 maio. 2008, Seção 1, p. 95., May 2008. 30
- [4] ABNT NBR ISO 31000 - Gestão de riscos - Princípios e diretrizes, 2009. ABNT NBR ISO 31000:2009. xi, 8, 14, 15, 16, 17, 32, 34, 65, 72, 73
- [5] ABNT NBR ISO 31010 - Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos, 2012. ABNT NBR ISO 31010:2012. 17, 36
- [6] CBOK - Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento, 2013. ABPMP BPM CBOK V3.0. 20
- [7] _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instrução normativa 04/2014-SLTI/MPOG. Altera a Instrução Normativa nº 4, de 11 de setembro de 2014. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, poder executivo, Brasília, DF. 12 de set. 2014, seção 1, p. 96-99., December 2014. 30
- [8] A. D. Almeida e A. P. C. Costa. *Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio à Decisão*. Ed.Universitária, Recife, 2003. 31
- [9] Gil Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas, São Paulo:, 1991. 7
- [10] P. D. A. Barcellos, E. Fernandes, e G. Motta. Uma nova proposta de sistema de monitoramento competitivo associado ao balanced scorecard. *Workshop brasileiro de inteligência competitiva & gestão do conhecimento*, 2001. 13
- [11] André L. A. Bastos, Kleber Evandro Matias, Henriette Damm, e Mônica Maria Mendes Luna. Modelo multicritério de apoio a decisão para seleção de fornecedores. *Anais VII Encontro Nacional de Excelência em Gestão*, 2011. 31
- [12] Peter Bogetoft e Lars Otto. *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. International Series in Operations Research and Management Science. Springer Science & Business Media, New York, 2011. 55

- [13] BRASIL. Decreto 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências., 1999. 33
- [14] BRASIL. Decreto 6.135, de 26 de junho de 2007. Dispõe sobre o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal e dá outras providências, 2007. 33
- [15] BRASIL. Decreto 6.593, de 02 de outubro de 2008. Regulamenta o art. 11 da Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990, quanto à isenção de pagamento de taxa de inscrição em concursos públicos realizados no âmbito do Poder Executivo federal., 2008. 33
- [16] BRASIL. Decreto 6.944, de 21 de agosto de 2009. Estabelece medidas organizacionais para o aprimoramento da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, dispõe sobre normas gerais relativas a concursos públicos, organiza sob a forma de sistema as atividades de organização e inovação institucional do Governo Federal, e dá outras providências., 2009. 33
- [17] BRASIL. Decreto 12.990, de 09 de junho de 2014. Reserva aos negros 20% (vinte por cento) das vagas oferecidas nos concursos públicos para provimento de cargos efetivos e empregos públicos no âmbito da administração pública federal, das autarquias, das fundações públicas, das empresas públicas e das sociedades de economia mista controladas pela União., 2014. 33
- [18] Paul de Bruyne, Jacques Herman, e Marc de Schoutheete. *Dinâmica da pesquisa em ciências sociais : os pólos da prática metodológica*. Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro, 2 edition, 1982. 7
- [19] Claudia Canongia. Implantação de sistema de inteligência competitiva para dinamização e inovação da rede Antares–rede de serviços de informação em C&T. *Marselha: CRRM*, 1998. 11
- [20] Claudia Canongia, Dalci M. Santos, e Mauro Zackiewicz. Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a Gestão da inovação. *Gestão & Produção*, 2004. 64
- [21] Gart Capote. *Medição de Valor de Processos para BPM*. Rio de Janeiro, 2013. 20
- [22] Fritjof Capra. *O Ponto de Mutação*. Cultrix, São Paulo, 1982. 11
- [23] Thomas A. Carbone e Donald D. Tippett. Project risk management using the Project risk FMEA. *Engineering Management Journal*, pages 28–35, 2004. 17
- [24] Ivan Castelar, Alexandre Weber Aragão Veloso, e Roberto Tatiwa Ferreira. Uma análise dos determinantes de desempenho em concurso público. *Economia Aplicada*, 14(1):81–98, 2010. 1
- [25] Abraham Charnes, William Cooper, Arie Y. Lewin, e Lawrence M. Seiford. *Data Envelopment Analysis: theory, methodology, and application*. Massachusetts (EUA): Kluwer, 1997. 22

- [26] Abraham Charnes, William W. Cooper, e Edwardo Rhodes. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429–444, November 1978. 22
- [27] Timothy J. Coelli, D. S. Prasada Rao, e George E. Battese. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Massachusetts (EUA): Kluwer, 1998. 20, 21
- [28] Romualdo Douglas Colauto, Caio Márcio Gonçalves, Ilse Maria Beuren, e Neri dos Santos. Os fatores críticos de sucesso como suporte ao sistema de inteligência competitiva: o caso de uma empresa brasileira. *Revista de Administração Mackenzie Ano 5, N.2, P. 119-146*, 2004. 64
- [29] Andrea Deluiz Cortez. Construindo um modelo estratégico na área de marketing a partir do sistema de informações gerenciais apoiado pela inteligência competitiva e pelo monitoramento ambiental inteligência. *Workshop de inteligência competitiva*, 2002. 13
- [30] John W. Creswell. Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. In *Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Artmed, 2010. 5, 7
- [31] Rui Cunha Marques e Duarte Silva. Inferência Estatística dos Estimadores de Eficiência obtidos com a Técnica Fronteira Não Paramétrica de DEA. Uma Metodologia de Bootstrap. *Associação Portuguesa de Investigação Operacional*, 26(1):89–110, 2006. 23, 24
- [32] F. A. Dal Piero. O marketing e a manufatura no século XXI. *Revista Eletrônica de Administração & Negócios*, (Rio de Janeiro, mar./abr.), 2001. 12
- [33] Sandra De Santis. A metodologia business process modeling (BPM) para implantação do sistema de gestão da qualidade. *Revista Educação, Gestão e Sociedade*, Ano 2(07), 2012. 31
- [34] Marina Duarte, Ana Paula Gusmão, e Adiel Almeida. Sistema de apoio a decisão com modelo aditivo para priorização de sistemas de informação. *Revista Produção Online*, 5(4), 2005. 31
- [35] William P. Dunlap e Ronald S Landis. Interpretations of multiple regression borrowed fom factor analysis and canonical correlation. *The Journal of General Psychology*, 125(4):397–407, 1998. 57
- [36] Federation of Europe an Risk Management Associations. FERMA - Risk Management Standard (Norma de Gestão de Risco), 2003. FERMA - Risk Management Standard. 15, 72
- [37] Ronald Aylmer Fisher. *Statistical Methods for Research Workers*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1925. 70
- [38] Carla M. D. S. Freitas, Luciana P. Nedel, Renata Galante, Luís C. Lamb, André S. Spritzer, Sérgio Fujii, José Palazzo M. de Oliveira, Ricardo M. Araújo, e Mirella M. Moro. Extração de Conhecimento e Análise Visual de Redes Sociais. *Anais do XXVIII Congresso da SBC*, 2008. 64

- [39] Antonio Carlos Gil. Técnicas de pesquisa social. *Editora Atlas*, 1999. 7
- [40] Tom Gilb e Susannah Finzi. *Principles of Software Engineering Management*, volume 04. Addison-Wesley, Reading, England, 1988. 2
- [41] Ronaldo Goldschmidt e Emmanuel Passos. *Data Mining: Conceitos, Técnicas, Ferramentas, Orientações e Aplicações Data Mining: Um Guia Prático*. 2005. 56
- [42] José Augusto Chaves Guimarães. Moderno profissional da informação: elementos para sua formação no Brasil. *Transinformação, Campinas*, 9(1):124–137, 1997. 14
- [43] Michael Hammer e James Champy. *Reengenharia: revolucionando a empresa*. Elsevier, 1993. 18, 19
- [44] William Jacobs e Manfred Costa. Modelagem do processo de desenvolvimento de produtos utilizando o BPM e o DFSS: um estudo de caso em uma empresa de pedras semipreciosas. *Abepro - Enegep*, 2012. 31
- [45] Claudio Alcides Jacoski e Tiago Grzebieluchas. Modelagem da contratação de projetos utilizando os conceitos de BPM-gerenciamento de processos de negócio. *Produto & Produção*, 12(3):29–37, 2011. 19, 20
- [46] José Celso Cardoso Júnior e Roberto Passos Nogueira. Ocupação no setor público brasileiro: tendências recentes e questões em aberto. *Revista do Serviço Público*, 62(3):237–260, 2014. 1
- [47] S. A. C. Kittelsen. Stepwise DEA: Choosing Variables for Measuring Technical Efficiency in Norwegian Electricity Distribution. *SNF, Foundation for research in economics and business administration, Oslo*, 1998. 57
- [48] Eric Kostlan. Statistical complexity of dominant eigenvector calculation. *Journal of Complexity*, 7(4):371–379, 1991. 29, 46
- [49] Ram L. Kumar. Managing risks in IT projects: an options perspective. *Information and Management*, pages 63–74, 2002. 17
- [50] J. K. Lindsey. *Parametric Estatistical Inference*. New York. Oxford science publications., 1996. 57
- [51] John S. Liu, Louis YY Lu, Wen-Min Lu, e Bruce JY Lin. A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5):893–902, 2013. 22, 23
- [52] Michael E. Maddox. Error apparent. *Industrial Engineer*, pages 40–44, 2005. 18
- [53] Ramses Henrique Martinez. Processo de planejamento da resposta ao risco adotado por instituições financeiras no gerenciamento de risco em projetos de sistemas de informação: um estudo de casos múltiplos, 2004. 17
- [54] Paulo Augusto Cauchick Miguel e André Segismundo. O papel do FMEA no processo de tomada de decisão em desenvolvimento de novos produtos: Estudo em uma Empresa Automotiva. *Produto&Produção*, 09(02):106–119, 2008. 31

- [55] Lucijane Monteiro de Abreu, Sérgio Ronaldo Granemann, Ivan Gartner, e Ricardo Silveira Bernardes. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4(2):257–262, 2000. 27, 28, 29
- [56] Gareth Morgan, Fred Gregory, e Cameron Roach. *Images of organization*. Wiley Online Library, 1997. 2
- [57] Mirian Picinini Méxas, Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas, e Helder Gomes Costa. Multicritério Aplicado à Seleção de Sistemas de Informação: Uma Revisão Bibliográfica. *Sistemas & Gestão*, 6(3):366–383, 2012. 27
- [58] Clóvis Neumann. *Gestão de Sistemas de Produção e Operações*. Elsevier, 2013. 11, 12, 20, 53
- [59] Silvio Luiz de Oliveira. *Tratado de metodologia científica*. São Paulo: Pioneira, 2, 1997. 7
- [60] David L. Olson e Dursun Delen. *Advanced Data Mining Techniques*. Springer, 2008. xi, 24, 25, 26
- [61] Business Process Model OMG (Object Management Group). *Notation BPMN*, volume 2.0.2. 2013. 20
- [62] Paul Palady. *FMEA: Análises dos Modos de Falha e Efeitos*, 1997. 18
- [63] Fernando Palop e José Miguel Vicente Gomila. *Para la innovación tecnológica*. Vigilancia tecnológica. Cotec. Fundación Cotec, 1999. 12
- [64] José Francisco Moreira Pessanha, Alexandre Marinho, Luiz da Costa Laurencel, e Marcelo Rubens dos Santos do Amaral. Implementando modelos DEA no R. *X Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia (SEGeT)*, 2013. 54, 55, 56
- [65] PMI. *PMBOK - Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*, 2013. *PMBOK 5.^a Edição (em português)*. 17, 30, 48
- [66] J. Puente, R. Pino, P. Priore, e D. Fuente. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, pages 137–150, 2002. 17, 18
- [67] Norman R. Draper e Harry Smith. *Applied Regression Analysis*. Wiley-Interscience publication, New York, 1998. 57
- [68] Abdul Hamid M. Ragab, Amin Y. Noaman, Abdullah S. Al-Ghamdi, e Ayman I. Madbouly. A Comparative Analysis of Classification Algorithms for Students College Enrollment Approval Using Data Mining. *ACM Digital Library*, 2014. 24
- [69] W. Revolo. *Building a Business Case for BPM*. Gartner, São Paulo, 2006. xi, 19
- [70] Thomas L. Saaty. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. RWS publications, 2005. xi, xii, 27, 29, 44, 46, 85

- [71] Nelson Sakurada e Dario Ikuo Miyake. Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. *Gestão & Produção*, 16(1):25–43, 2009. 69
- [72] Manuel Filipe Santos e Carla Sousa Azevedo. *Data Mining – Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados*. FCA Publisher, 2005. 65
- [73] Nathan Shedroff. *Information Interaction Design: a Unified Field Theory*. MIT Press, Cambridge, 1999. xi, 12, 13
- [74] Aaron J. Shenhar, Tzvi Raz, e Dov Dvir. Risk management, project success, and technological uncertainty. *R&D Management*, 32(2):101–109, 2002. 17
- [75] H. P. Silva e Hélio Roberto Hékis. Monitoramento da informação: em busca da inteligência competitiva. *II Workshop de inteligência competitiva*, 2001. 14
- [76] Reni Elisa da Silva e João Souza Neto. Contratação do desenvolvimento ágil de software na administração pública federal: riscos e ações mitigadoras. *Revista do Servidor Público*, 1(jan/mar 2015):97–120, 2015. 31
- [77] Léopold Simar e Paul W. Wilson. Non-parametric Tests of Returns to Scale. *European Journal of Operational Research.*, 139(1), 2002. 58
- [78] M. C. S. Sousa e F. S. Ramos. Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do nordeste e do sudeste brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, 57(1-3), 1999. 56
- [79] Gabriel Tavares. *A bibliography of data envelopment analysis (1978-2001)*. Rutcor Research Report, Rutgers University, 2002. 21
- [80] Emmanuel Thanassoulis, A. Boussofiane, e R. G. Dyson. A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega - International Journal of Management Science*, 1996. 57
- [81] Steven R. Trammell, Donald K. Lorenzo, e Brett J. Davis. Integrated hazard analysis: Using the strengths of multiple methods to maximize the effectiveness. *Professional Safety*, pages 29–37, 2004. 18
- [82] Ruey S. Tsay. *Analysis of financial Time Series*. 2ª ed. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005. 57
- [83] Kirk W. Tyson. *The complete guide to competitive intelligence*. 1998. 11
- [84] Marta Lígia Valentim. Formação: competências e habilidades do profissional da informação" in Formação do profissional da informação. *São Paulo: Polis*, pages 117–132, 2002. 12
- [85] Wil M. P. Van Der Aalst, Arthur H. M. Ter Hofstede, e Mathias Weske. *Business process management: A survey*. Springer, 2003. 19

- [86] Ricardo Viana Vargas. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. *PMI Global Congress*, 2010. 29, 31
- [87] Mathias Weske. *Business process management: concepts, languages, architectures*. Springer Science & Business Media, 2007. 19
- [88] Rüdiger Wirth e Jochen Hipp. CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. *Fourth International Conference on the Practical Application of Knowledge Discovery and Data Mining*, 2000. 24
- [89] Ian H. Witten, Eibe Frank, e Mark A. Hall. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann, 2011. 26

Apêndice A

Comparações par a par dos grupos de subcritérios utilizadas na aplicação da metodologia AHP

A seguir o resultado das comparações par a par, utilizando a escala de relativa importância de Saaty [70], de cada um dos grupos de subcritérios dos critérios utilizados para seleção e priorização de sistemas a serem desenvolvidos.

Tabela A.1: Subcritérios Estratégicos

Subcritérios Estratégicos	Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações	Melhora a reputação	Melhora os processos internos
Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações	1	3	7
Melhora a reputação	1/3	1	5
Melhora os processos internos	1/7	1/5	1
Totais	1,476	4,200	13,000

Tabela A.2: Subcritérios Estratégicos com normalização.

Subcritérios Estratégicos	Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações	Melhora a reputação	Melhora os processos internos
Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações	0,6757	0,7143	0,5385
Melhora a reputação	0,2252	0,2381	0,3846
Melhora os processos internos	0,0965	0,0476	0,0769

Tabela A.3: Subcritérios Técnicos de TI.

Subcritérios Técnicos de TI)	Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados	Interface	Arquitetura do sistema e linguagem de programação
Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados	1	5	7
Interface	1/5	1	3
Arquitetura do sistema e linguagem	1/7	1/3	1
Totais	1,343	6,333	11,000

Tabela A.4: Subcritérios Técnicos de TI com normalização.

Subcritérios Técnicos de TI	Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados	Interface	Arquitetura do sistema e linguagem de programação
Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados	0,7463	0,7899	0,6364
Interface	0,1493	0,1580	0,2727
Arquitetura do sistema e linguagem de programação	0,1066	0,0527	0,0909

Tabela A.5: Subcritérios de Comprometimento

Subcritérios de Comprometimento	Comprometimento do Time	Comprometimento da Organização
Comprometimento do Time	1	3
Comprometimento da Organização	1/3	1
Totais	1,330	4,000

Tabela A.6: Subcritérios de Comprometimento com normalização.

Subcritérios de Comprometimento	Comprometimento do Time	Comprometimento da Organização
Comprometimento do Time	0,7500	0,7500
Comprometimento da Organização	0,2500	0,2500

Tabela A.7: Subcritérios de Custo.

Subcritérios de Custo	Investimento inicial	Manutenção e suporte
Investimento inicial	1	5
Manutenção e suporte	1/5	1
Totais	1,200	6,000

Tabela A.8: Subcritérios de Custo com normalização.

Subcritérios de Custo	Investimento inicial	Manutenção e suporte
Investimento inicial	0,8333	0,8333
Manutenção e suporte	0,1667	0,1667

Tabela A.9: Valores globais do critérios - subcritérios.

Critério - Subcritério	Vetor de Eigen	Percentual de influência
Estratégico	0,57383	57,383
Estratégico - Melhora a capacidade para competir no mercado de concursos/avaliações	0,36886	36,886
Estratégico - Melhora a reputação	0,16219	16,219
Estratégico - Melhora os processos internos	0,04228	4,228
Tecnologia	0,09024	9,024
Tecnologia - Integração com sistemas legados e adequação ao banco de dados	0,06535	6,535
Tecnologia - Interface	0,01744	1,744
Tecnologia - Arquitetura do sistema e linguagem de programação	0,00753	0,753
Comprometimento	0,04445	4,445
Comprometimento - Comprometimento do Time	0,03334	3,334
Comprometimento - Comprometimento da Organização	0,01111	1,111
Custo	0,29129	29,129
Custo - Investimento inicial	0,24274	24,274
Custo - Manutenção e suporte	0,04855	4,855

Apêndice B

Informações levantadas sobre a base
de inscritos utilizada na
unidade-caso III

Informações gerais sobre a base de inscritos utilizada na Unidade-Caso III

Registros de candidatos considerados	3.783.863
Registros de candidatos com inscrição efetivada (processada)	2.261.400
Total de eventos	27
Total de Salas	51.074

Dados estatísticos levantados sobre a base de inscritos		
Item	Valores	Observação
Média de Inscritos por Sala	45,06	
Média de Ausentes por Sala	13,15	
Média do percentual de ausentes	28,14%	
Variância dos ausentes	170,08	
Desvio Padrão dos ausentes	13,04	
Moda do percentual de ausentes	25%	
Média da Capacidade dos Locais	842	
Média de Salas dos Locais	18	
Custo médio da alocação de Espaço Físico (com correção do Índice Nacional de Preços ao Consumidor - IPCA)	R\$ 2.854,64	Para cálculo do custo médio de alocação de Espaço Físico foram utilizados 1.231 locais de prova. O valor em questão foi obtido através da Média de custo da alocação, R\$ 2.716,12, aplicando a inflação do período março/2014 a dezembro/2014 (5,10%)
Custo para contratação de Coordenador por local de prova	R\$ 750,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE. Considerando também a informação da média de salas dos Locais.
Custo para contratação de Subcoordenador por local de prova	R\$ 410,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE.

Custo médio para a contratação de Fiscais de Sala por local de prova	R\$ 2.100,00	Considerando a média de 20 Fiscais de Sala por Local de Prova e considerando o pagamento de R\$ 105,00 por Fiscal. Número obtido através da Média de Salas dos Locais e mais 10% para reserva (2 Fiscais).
Custo médio para a contratação de Chefes de Sala por local de prova	R\$ 2.800,00	Considerando a média de 20 Chefes de Sala por Local de Prova e considerando o pagamento de R\$ 140,00 por Chefe. Número obtido através da Média de Salas dos Locais e mais 10% para reserva (2 Chefes de Sala).
Custo para a contratação de Porteiro por local de prova	R\$ 70,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE
Custo para a contratação de Representante por local de prova	R\$ 210,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE
Custo para a contratação de Inspetores de Segurança por local de prova	R\$ 210,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE. Considerando que são utilizados dois Inspetores de Segurança para cada local de prova.
Custo para a contratação de Auxiliares de Limpeza por local de prova	R\$ 140,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE. Considerando que são utilizados dois Auxiliares de limpeza para cada local de prova.
Custo para a contratação de Médico	R\$ 500,00	Informação prestada pelo setor responsável por contratação do CEBRASPE.
Capacidade média da sala reserva dos locais de prova	30	Informação prestada pelo setor responsável pela alocação de candidatos do CEBRASPE. Considerações para o estudo: 40% da capacidade da sala ficará reservada para contingências (liminares, boletos bancários não processados por bancos etc); 60% da capacidade da sala ficará reservada às ocorrências de <i>CNE</i> (18 lugares).
Quantidade média de <i>CNE</i> esperada por sala	1	Considerando a Capacidade média da sala reserva e a Média de Salas dos Locais de prova.
Custo médio, considerando apenas alocação, para cada participante	R\$ 11,93	Considerando os custos especificados e ainda a Média de Capacidade dos Locais.

Apêndice C

Percentual acumulado em relação aos percentuais de ausentes menores que a moda (25%), considerando as simulações realizadas na unidade-caso III

**Percentual acumulado em relação aos percentuais de ausentes menores que a moda (25%)
utilizado na Unidade-Caso III**

Percentual Ausentes	Salas	Probabilidade	Probabilidade Acumulada	Percentual do total de salas	Percentual acumulado em relação ao total de salas
24	983	0,019246583	0,471883933	1,924658339	47,18839331
23	999	0,019559854	0,45263735	1,955985433	45,26373497
22	1697	0,033226299	0,433077495	3,32262991	43,30774954
21	1385	0,027117516	0,399851196	2,711751576	39,98511963
20	2161	0,042311156	0,372733681	4,231115636	37,27336805
19	928	0,018169715	0,330422524	1,816971453	33,04225242
18	1362	0,026667189	0,31225281	2,666718878	31,22528096
17	1590	0,0311313	0,285585621	3,113129968	28,55856209
16	1605	0,031424991	0,254454321	3,142499119	25,44543212
15	1436	0,028116067	0,22302933	2,811606688	22,302933
14	1184	0,02318205	0,194913263	2,318204958	19,49132631
13	1094	0,021419901	0,171731214	2,141990054	17,17312135
12	1562	0,030583076	0,150311313	3,058307554	15,0311313
11	939	0,018385088	0,119728237	1,83850883	11,97282375
10	1178	0,023064573	0,101343149	2,306457297	10,13431492
9	749	0,014664996	0,078278576	1,466499589	7,827857618
8	774	0,015154482	0,06361358	1,515448173	6,36135803
7	565	0,01106238	0,048459099	1,106238008	4,845909856
6	651	0,012746211	0,037396718	1,274621138	3,739671849
5	420	0,008223362	0,024650507	0,822336218	2,465050711
4	294	0,005756354	0,016427145	0,575635353	1,642714493
3	381	0,007459764	0,010670791	0,745976426	1,06707914
2	162	0,003171868	0,003211027	0,317186827	0,321102714
1	2	3,91589E-05	3,91589E-05	0,003915887	0,003915887
	24101	0,471883933		47,18839331	

Apêndice D

Ajuste do preço médio de locação,
pela inflação, considerando a base de
locais de prova utilizada na
unidade-caso III

Ajuste do preço médio de locação, pela inflação, considerando a base de locais de prova utilizada na Unidade-Caso III

Considerações:

Período da apuração dos preços para locação dos locais de prova: março de 2014

Período da análise dos preços para locação dos locais de prova: dezembro de 2014

Índices de inflação

H o n 6 m 360 { Ouvir texto F Comunicar erro

ÍNDICES DE INFLAÇÃO

Calcule aqui a inflação acumulada dos índices disponíveis

Escolha o índice:

IGP-10 IGP-M IPCA Geral IPCA-15 Geral

IGP-DI IPC-FIPE Geral INPC Geral IPCA-E Geral

Escolha o período: Início 2014 Fim 2014

Se você desejar, digite um valor a ser atualizado:

A variação no período de mar/2014 a dez/2014 foi de: 5,10%

Technology by **BDS**

Quantidade de locais de prova considerados para o cálculo de custo

1.231 (um mil e duzentos e trinta e um).

Média de custo da alocação

R\$ 2.716,12 (dois mil reais e setecentos e dezesseis reais e doze centavos).

Inflação no período: março/2014 a janeiro/2015

Fonte: <http://economia.uol.com.br/financas-pessoais/calculadoras/2013/01/01/indices-de-inflacao.htm>

5,10%.

Média de custo da alocação com correção da inflação

R\$ 2.854,64 (dois mil reais e oitocentos e cinquenta e quatro reais e sessenta e quatro centavos).