



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

**MODELAGEM ANP APLICADA À GESTÃO DO SISTEMA PORTUÁRIO
BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO**

FRANCINE DA SILVA BORGES

MESTRADO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

Rio Grande - RS
2021

Francine da Silva Borges

**“MODELAGEM ANP APLICADA À GESTÃO DO SISTEMA PORTUÁRIO
BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO”**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós- Graduação em
Modelagem Computacional da
Universidade Federal do Rio Grande
- FURG, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Mestre. Área
de concentração: Modelagem
Computacional.

Aprovado em:

Banca Examinadora



Prof. Dr. André Andrade Longaray (Orientador – FURG)

Documento assinado digitalmente
gov.br Viviane Leite Dias de Mattos
Data: 20/07/2021 20:50:12-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Profa. Dra. Viviane Leite Dias de Mattos (FURG)



Profa. Dra. Catia Maria dos Santos Machado (FURG)



Prof. Dr. Vilmar Antônio Gonçalves Tondolo (UFPel)

Rio Grande
2021

B732m Borges, Francine da Silva.
Modelagem ANP aplicada à gestão do sistema portuário
brasileiro: um estudo de caso / Francine da Silva Borges. –
2021.
129f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio
Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em
Modelagem Computacional, Rio Grande/RS, 2021.
Orientador: Dr. André Andrade Longaray.

1. *Analytic Network Process*. 2. Gestão Portuária.
I. Longaray, André Andrade. II. Título.

CDU 004:656.615

Agradecimentos

Grata a Deus e ao Universo pela minha saúde e das pessoas próximas. Visto a situação pandêmica em que nos encontramos.

Grata aos meus antepassados que traçaram seus caminhos ao longo dos tempos, possibilitando minha chegada até aqui. Obrigada pelos ensinamentos deixados.

Grata aos meus pais pelo amor e encorajamento no enfrentamento das dificuldades. Obrigada por todos os ensinamentos. Obrigada por todo suporte.

Grata ao Professor André Longaray pelo acolhimento desde o início dessa jornada de estudos. Obrigada por todos os ensinamentos compartilhados. Obrigada pela disponibilidade para as orientações. Obrigada por incentivar meu desenvolvimento profissional-acadêmico. E principalmente, obrigada pela paciência e compreensão dos momentos de dificuldades e limitações. Obrigada pelo carinho e cuidado.

Grata ao Professor Paulo Munhoz pelo encorajamento diante dos obstáculos. Obrigada pelos ensinamentos e conselhos nas orientações. Obrigada pelo carinho e cuidado.

Grata ao LabSADi pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa. Obrigada aos colegas pelos conhecimentos compartilhados, apoio e incentivo.

Grata aos colaboradores da ANTAQ pela disponibilidade e empenho para a construção dessa pesquisa.

Grata à FURG pelo ensino de qualidade. Obrigada a todos os colaboradores, pelo empenho e dedicação que propiciam a formação de profissionais qualificados.

Grata ao PPGMC pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação. Obrigada aos colaboradores que tornam essa formação possível. Obrigada aos professores pelos ensinamentos.

Grata aos professores da banca deste trabalho, pela atenção dedicada e pelas valiosas contribuições. Obrigada pelo comprometimento.

Grata à CAPES pela bolsa concedida, possibilitando o desenvolvimento deste estudo. Obrigada pelo apoio financeiro.

Grata a todas as pessoas que possibilitaram essa jornada de desenvolvimento.

RESUMO

O presente trabalho propõe a implementação de um modelo matemático multicritério discreto para identificar, mensurar e avaliar os indicadores de desempenho da gestão portuária. O contexto em que se desenvolveu a pesquisa foi no setor portuário, tratando-se de uma pesquisa aplicada, tendo como finalidade explicar as soluções geradas a partir da realização de cenários para avaliar o modelo proposto. Além disso, enquadrou-se como um estudo de caso por tratar-se de um contexto único. A coleta de dados deu-se por meio de entrevistas não estruturadas, levantamento documental e pesquisa bibliográfica. Como resultado, fez-se o desenvolvimento de um *Dashboard*, em planilha eletrônica, com a aplicação do Método *Analytic Network Process* (ANP) como instrumento de intervenção da pesquisa. A partir do painel, tem-se a coleta dos julgamentos do decisor e apresenta-se os resultados das contribuições dos indicadores por meio gráfico.

Palavras-chaves: *Analytic Network Process*, Gestão Portuária, Indicadores de Desempenho, Métodos Multicritérios, *Dashboard*.

ABSTRACT

This research proposes the implementation of a discrete multicriteria mathematical model to identify, measure and evaluate the performance indicators of port management. The context in which the research was developed was the port sector, being an applied research, aiming to explain the solutions generated from the realization of scenarios to evaluate the proposed model. In addition, it was framed as a case study because it is a unique context. Data collection took place through unstructured interviews, documental survey and bibliographic research. As a result, a dashboard was developed, in an electronic spreadsheet, with the application of the Analytic Network Process Method (ANP) as a research intervention instrument. From the dashboard, it has been collecting the decision maker's judgments and presents the results of the contributions of indicators through graph.

Palavras-chaves: Analytic Network Process, Port Management, Performance Indicators, Multicriteria Methods, Dashboard.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Exemplo de representação hierárquica do método AHP	35
Figura 2 - Exemplo de Matriz de comparação.....	35
Figura 3 - Esquema da estrutura do ANP.....	41
Figura 4 - Matriz dos autovetores.....	42
Figura 5 – Exemplo de Supermatriz	43
Figura 6 - Exemplo do arranjo de uma rede simples.....	44
Figura 7 - Exemplo de supermatriz estocástica.....	44
Figura 8 - Capa de apresentação do Dashboard	57
Figura 9 - Orientações de manuseio do Dashboard.....	59
Figura 10 - Tela de entrada de processo do Dashboard	60
Figura 11 - Informações escalas de avaliação do Perfil de Desempenho.....	62
Figura 12 - Tela de transição do Perfil de Desempenho	64
Figura 13 - Desempenho do subcritério 1.1. Recepção e expedição de cargas	66
Figura 14 - Tela de transição entre avaliações do Perfil de Desempenho	66
Figura 15 - Descrição parcial do Perfil de Desempenho	68
Figura 16 - Gráfico do Perfil de Desempenho	69
Figura 17 – Folha de entrada de Dados.....	71
Figura 18 - Informações da Escala de Julgamentos	73
Figura 19 – Julgamento das alternativas.....	74
Figura 20 - Ciclo 1 Julgamentos BOCR para alternativa.....	77
Figura 21 - Ciclo 2 Comparativo de alternativas por indicador-chave	78
Figura 22 - Ciclo 3 Comparativo entre alternativas por subcritérios	79
Figura 23 - Ciclo 4 Comparativo entre subcritérios por alternativas	81
Figura 24 - Ciclo 5 Comparativo entre alternativas por alternativas	82
Figura 25 - Script VBA de ajuste da interface.....	84
Figura 26 - Painel sem aplicação da sub-rotina VBA	85
Figura 27 - Painel com aplicação sub-rotina VBA	85
Figura 28 - Macros atribuídas aos botões específicos	86
Figura 29 - Macros de navegação entre folhas consecutivas.....	87
Figura 30 – Exemplo de Supermatriz de interrelações e peso dos subcritérios	97
Figura 31 – Exemplo de Supermatriz do peso dos clusters	98
Figura 32 – Exemplo de Supermatriz inicial	99
Figura 33 – Exemplo de Supermatriz da primeira potência.....	100
Figura 34 – Exemplo de Supermatriz Resultado	101
Figura 35 – Exemplo gráfico do desempenho das três alternativas	104
Figura 36 – Exemplo gráfico da avaliação das três alternativas para cada cluster .	105
Figura 37 – Exemplo gráfico da avaliação por agrupamentos dos clusters.....	107
Figura 38 – Exemplo gráfico da contribuição dos critérios do cluster Benefícios	108
Figura 39 – Testes de variação dos julgamentos	112

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Escala Fundamental Saaty.....	36
Tabela 2 - Índice de Consistência Randômico	37
Tabela 3 - Considerações critério "1. Regularidade"	53
Tabela 4 - Classificação dos clusters BOCR.....	54
Tabela 5 - Forma de cálculo do critério "1. Regularidade"	55
Tabela 6 - Escalas de referência.....	61
Tabela 7 - Dados dos julgamentos Ciclo 2 e 3, para critério "1. Regularidade".....	90
Tabela 8 - Lista suspensa de avaliação da Escala de Saaty.....	91
Tabela 9 - Aplicação da correspondência dos julgamentos	91
Tabela 10 - Aplicação da busca na matriz de correspondência	92
Tabela 11 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para Alternativa A.....	92
Tabela 12 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para Alternativa B.....	92
Tabela 13 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para a Alternativa C.....	93

Lista de Siglas e Abreviaturas

AHP – Método de Análise Hierárquica

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

ANP - Método de Análise de Rede

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

BOCR – Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos

BSC – *Balanced Scorecard*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

ELECTRE – *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*

IDA – Índice de Desempenho Ambiental

MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*

MAUT – Teoria da Utilidade Multiatributo

PO – Pesquisa Operacional

PROMETHEE – *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*

SWOT – *Strengths Weaknesses Opportunities Threats*

TODIM – Tomada de Decisão Interativa Multicritério

TOPSIS – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*

VBA – *Visual Basic*

ÍNDICE

1. Introdução	12
1.1. Contexto da pesquisa.....	12
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo geral.....	15
1.2.2. Objetivos Específicos.....	15
1.3. Justificativas.....	15
1.4. Sistematização do trabalho.....	16
 2. Metodologia.....	18
2.1. Desenho de Pesquisa	18
2.2. Instrumento de Intervenção.....	19
 3. Avaliação do Setor Portuário.....	21
3.1. Avaliação de Desempenho	21
3.2. Indicadores.....	23
3.3. Setor portuário	24
3.4. Métodos de Avaliação de Desempenho.....	24
3.4.1. DEA (Data Envelopment Analysis)	25
3.4.2. <i>Game Theory</i> ou Teoria dos jogos.....	25
3.4.3. <i>The Stochastic Frontier Model</i> ou Modelo de Fronteira Estocástica	26
3.4.4. <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) ou Método de Análise Hierárquica.....	26
 4. Fundamentação Teórico-Matemática.....	28
4.1. Processo decisório.....	28
4.2. Envolvidos	28
4.3. Tipo de Problema	29
4.4. Métodos Multicritérios	30
4.4.1. Classificação dos Métodos Multicritérios	30

4.5. Escolas.....	31
4.5.1. Escola Francesa	31
4.5.2. Escola Norte-Americana	32
4.5.3. Híbridos	33
4.6. Método AHP.....	33
4.6.1. Etapas de Aplicação	34
4.6.2. Escala de Saaty.....	35
4.6.3. Índices de Avaliação.....	36
4.7. Método ANP	38
4.7.1. Estrutura	38
4.7.2. Composição matemática	42
4.7.3. Aplicações	45
4.7.4. Vantagens do ANP	46
 5. Estudo de Caso.....	 47
5.1. Estruturação	47
5.2. Elaboração	53
5.1.1. Obtenção e manuseio dos dados	56
5.3. Avaliação.....	109
 6. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	 113
6.1. Conclusões	113
6.2. Sugestões para trabalhos futuros	114
 Referências	 115
 Apêndice A.....	 122

1. Introdução

Neste primeiro capítulo descreve-se o tema da pesquisa, os objetivos propostos e a justificativa que viabiliza o projeto. Estes itens encontram-se ordenados de acordo com os subitens: 1.1. Contexto da pesquisa, 1.2. Objetivos, subdividindo-se em 1.2.1. Objetivo geral e 1.2.2. Objetivos específicos, 1.3. Justificativas e 1.4. Sistematização do trabalho.

1.1. Contexto da pesquisa

O setor portuário tem um papel importante na economia do Brasil desde a “abertura dos portos às nações amigas”, realizada pelo Rei D. João VI em 1808, possibilitando o comércio de mercadorias com outros países, visto que este era restrito aos ingleses (BRASIL, 2015a). A partir desse grande avanço no comércio brasileiro, as relações comerciais crescem ao longo dos anos e as estruturas portuárias devem acompanhar esses avanços.

Ao longo dos anos, várias foram as alterações de nomes das secretarias e dos departamentos responsáveis pela gestão dos portos brasileiros, caso recorrente, por se tratar de um setor estratégico para qualquer país e de grande interesse aos governos (LONGARAY, AMARAL, *et al.*, 2019).

A estrutura portuária foi se modificando, o “porto” passou a ser visto como, exclusivamente, uma estrutura governamental. A partir da Lei 8.630 de 1993 - Lei de Modernização dos Portos (BRASIL, 1993) - passou a ser administrado pela Companhia Docas e por administrações portuárias estaduais, dependendo da unidade de cada portuária. Por exemplo, o Porto de Rio Grande é administrado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Já o Porto de Santos é administrado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP).

Ainda, com a publicação da Lei de Modernização dos Portos (BRASIL, 1993), reduziu-se a participação do Estado como gestor e operador portuário. Ao mesmo tempo, possibilitou o investimento privado na modernização das estruturas portuárias por meio de arrendamentos do setor (BRITTO, LUCAS, *et al.*, 2015). Com isso, tornou os portos brasileiros mais competitivos com o mercado internacional pela atualização

de estruturas, aumento da produtividade, redução de custos e aumento do volume de importações e exportações (BRASIL, 1993).

Conforme afirmam ROCHA e BRITTO (2015), os portos brasileiros, sob o regime de concessão, cresceram 190% em movimentação de contêineres, alcançando um volume de 570% no período de 1999 a 2010. De acordo com os autores, esse crescimento deve-se, principalmente, à eficiência operacional e aos baixos custos na movimentação das cargas.

Atualmente, conforme expõem a Secretaria de Portos, os portos brasileiros experimentam o modelo *LandlordPort* de Autoridade Portuária, também observado nos portos de Roterdã na Holanda, Los Angeles e Houston nos EUA e Hamburgo na Alemanha, entre outros pelo mundo (BRASIL, 2010). Neste modelo, o Estado é responsável pela infraestrutura e o operador portuário é responsável pelo provimento da superestrutura e pela operação via arrendamento/concessão (WORLD BANK, 2007).

Segundo Tongzon e Heng (2005), a operação dos terminais portuários pelo setor privado pode auxiliar as autoridades na obtenção do melhor desempenho. Com isso, torna-se imprescindível o acompanhamento dessa operação.

Com a expansão desse modelo de exploração do setor portuário, as leis continuam a ser atualizadas. Em 2001, com a Lei nº 10.233 (BRASIL, 2001), criando-se a ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviário, com o intuito de regulamentar, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transportes aquaviários e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária (BRASIL, 2015a).

A agência tem o papel de assegurar à sociedade que os serviços de transporte aquaviários e a exploração da infraestrutura portuária e hidroviária sejam realizados em harmonia entre os interesses público e privado, além de garantir a competitividade dos serviços (ANTAQ, 2017). Por meio de Notas técnicas e Resoluções normativas, a agência regulamenta e especifica o protocolo que deve ser seguido, a fim de averiguar os serviços prestados à comunidade.

Por meio de indicadores de desempenho, a ANTAQ busca qualificar as demandas estabelecidas quanto à qualidade, tarifas cobradas, produtividade, demandas do mercado, desempenho socioambiental e aspectos da gestão (ANTAQ, 2017).

Isso já ocorre para o Índice de Desempenho Ambiental (IDA), implementado em 2012 pela ANTAQ, que integra 31 portos públicos e vários terminais privados do país. É descrita como uma ferramenta de diagnóstico para a qualidade da gestão ambiental, com o objetivo de melhorar a prática de gestão portuária tanto em relação a auxiliar na tomada de decisão, quanto incentivar a adequação dos portos à legislação pertinente, além de compartilhar com os gestores portuários a evolução dos demais terminais (ANTAQ, 2018).

Ainda, o IDA baseia-se em estudos técnicos e acadêmicos. Utiliza o método multicritério de tomada de decisão *Analytic Hierarchy Process* - AHP (SAATY, 1991). É composto por 38 indicadores, subdivididos em grupos quanto à sua natureza. São eles: biológico-ecológicos, sociológico-culturais, econômico-operacionais e físico-químicos. A avaliação do complexo portuário cabe ao gestor por meio de questionários validados pelos especialistas da agência (ANTAQ, 2018).

A gestão de desempenho portuário tem composto o ambiente da ANTAQ desde 2010, com a implantação do SDP (Sistema de Desempenho Portuário) em que recebem dados dos portos organizados e das instalações portuárias autorizadas.

Entendendo-se que o desempenho visa medir a relação existente entre “o que foi projetado” e o “que foi realizado” (FRANCISCHINI e FRANCISCHINI, 2017), busca-se por meio da avaliação de indicadores compreender a realidade observada no setor.

Com a concessão parcial do porto público, a autoridade obtém vantagem competitiva a partir da eficiência do operador portuário (TONGZON e HENG, 2005). Com isso, esse tipo de contrato torna-se atrativo à concedente.

Diante desse contexto, tem-se a oportunidade de desenvolver um modelo de apoio decisório para a gestão de desempenho portuário. De forma semelhante ao IDA, o modelo desenvolvido busca auxiliar na tomada de decisão dos gestores e incentivá-los a tomar as melhores decisões dentro do contexto em que estão inseridos.

A seguir descreve-se os objetivos deste trabalho a fim de enumerar o que se espera da pesquisa.

1.2. Objetivos

Neste subitem são citados os principais objetivos do projeto. São eles: Objetivo geral e Objetivos Específicos.

1.2.1. Objetivo geral

O presente estudo propõe como objetivo geral a implementação de um modelo matemático multicritério discreto, para identificar, mensurar e avaliar os indicadores de desempenho da gestão portuária.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Realizar levantamento bibliográfico referente à gestão portuária e seus modelos de avaliação;
2. Realizar pesquisa documental e de campo buscando investigar o contexto de estudo;
3. Desenvolver um painel de interação/simulação com usuário para avaliar os indicadores do desempenho portuário, por meio de uma planilha eletrônica;
4. Implementar as ferramentas matemáticas-computacionais amparadas na metodologia ANP, a partir de um modelo matemático multicritério discreto;
5. Encontrar as possíveis limitações do modelo proposto.

1.3. Justificativas

Este item trata dos aspectos que tornam o projeto interessante do ponto de vista da academia. Pode-se justificar um projeto a partir das suas oportunidades de pesquisa, quanto a sua viabilidade e também quanto a sua importância (ROESCH, 2010).

O setor portuário por estar em constante crescimento e diretamente ligado ao Produto Interno Bruto - PIB - do país, leva em conta os volumes de exportações e importações ocorridas em um período de tempo. Logo, pode-se justificar a oportunidade de estudo devido a sua relevância econômica.

A sua viabilidade oportuniza-se através do seu desenvolvimento junto ao LabSADi (Laboratório de Estudos e Pesquisa em Metodologias de Sistemas e Apoio à Decisão), que desde 2007 realiza estudos na área Pesquisa Operacional, aplicando modelos matemáticos nos sistemas de apoio à decisão.

O laboratório, vinculado à FURG (Universidade Federal do Rio Grande), tem como um dos seus objetivos o auxílio a comunidade. Atualmente, possui um vínculo

de trabalho de pesquisa com a ANTAQ. Esse contato, possibilitou na obtenção de dados e informações para desenvolvimento do modelo a ser exposto.

Quanto a sua importância, a pesquisa visa contribuir com o setor público do país, a partir de uma ferramenta computacional passível de utilização na avaliação de uma unidade portuária, tendo em vista que poderá auxiliar o gestor no acompanhamento dos processos executivos do terminal observado.

Ainda, possibilita ao gestor identificar os pontos críticos do desempenho da unidade observada, além de propiciar maior conhecimento da unidade portuária e, dessa forma, embasar de forma concreta sua tomada de decisão.

Outro ponto importante da pesquisa, trata-se da lacuna existente na literatura quanto a aplicação do método ANP no setor portuário. Ao que se observa, na exploração bibliográfica, o método *Analytic Network Process* - ANP (SAATY, 2004) não consta aplicado na avaliação de desempenho no setor portuário.

1.4. Sistematização do trabalho

Esta dissertação estrutura-se em seis capítulos. Constituindo-se de um capítulo de introdução, quatro capítulos de desenvolvimento e um capítulo de conclusão. Ainda, ao final do documento encontra-se um espaço destinado as referências consultadas e ao apêndice, a fim de complementar a explanação da pesquisa.

O Capítulo 1 refere-se à introdução ao tema da pesquisa. Está composto pela contextualização do assunto, os principais objetivos, justificativa e sistematização.

Já no Capítulo 2 enuncia-se a metodologia utilizada, em que se descreve a classificação da pesquisa e suas particularidades. Ainda, descreve-se o instrumento de intervenção utilizado na construção do trabalho.

No Capítulo 3 explana-se o contexto de aplicação do trabalho, neste caso à Gestão Portuária. Com isso, compreende-se a avaliação de desempenho e como aplica-se no setor portuário. Além disso, descreve-se os indicadores como principais parâmetros de avaliação e a cita-se alguns métodos já implementados no contexto de estudo.

No Capítulo 4, cita-se o referencial teórico em que se descreve a fundamentação teórico-matemática dos principais métodos multicritérios e as suas principais características, além de elucidar os principais conceitos do apoio decisório,

como também a classificação dos métodos multicritérios e as principais escolas em que estão divididos os métodos mais conhecidos.

Já no Capítulo 5 se descreve o estudo de caso. Neste, encontra-se todo o processo de desenvolvimento do modelo em proposição, desde a estruturação até a avaliação.

O Capítulo 6 contém a conclusão e as sugestões de futuros trabalhos.

Além disso, apresenta-se as referências consultadas no desenvolvimento do trabalho e, por fim, tem-se o apêndice.

2. Metodologia

Este capítulo relata o protocolo metodológico aplicado durante o processo de elaboração do modelo. Apresenta-se alguns aspectos do delineamento da pesquisa entre eles: finalidade, natureza, modo de coleta de dados, lógica da pesquisa, abordagem metodológica e instrumento de intervenção a ser utilizado.

2.1. Desenho de Pesquisa

Entende-se por pesquisa, o procedimento racional e sistematizado com o objetivo de proporcionar respostas aos problemas propostos (GIL, 2002). A fim de tornar o processo de pesquisa orientado, busca-se uma metodologia para guiar o estudo. A metodologia pode ser descrita como regras a serem utilizadas por determinado método, neste caso, o científico (RICHARDSON, 2012).

Desse modo, o projeto de pesquisa pode ser classificado como uma pesquisa aplicada quanto o seu propósito. Quando a sua finalidade, é explicar e gerar soluções para problemas reais e suas motivações que surgem de preocupações humanas cotidianas. Além disso, a pesquisa aplicada busca entender como lidar com um problema, diferindo-se da pesquisa básica que visa entender e explicar a natureza dos fenômenos (ROESCH, 2010).

Por definição, um estudo de caso investiga um fenômeno da realidade contemporânea (YIN, 2001). Assim, o trabalho realizado é um estudo de caso, quanto a sua natureza.

O estudo de caso é tratado dentro de um contexto único (YIN, 2001), onde uma unidade específica da ANTAQ é escolhida para configurar uma especificidade do caso de análise.

A coleta de dados realizou-se por meio de entrevistas não estruturadas junto aos decisores da agência reguladora do setor portuário, a fim de obter os dados primários e entender o contexto e suas dificuldades visíveis. Também se realizou um levantamento documental para a devida análise e ainda, uma pesquisa bibliográfica com intuito de captar dados secundários.

A lógica da pesquisa pode ser classificada como mista, tanto indutiva quanto dedutiva. Indutiva quando se refere à fase de estruturação do modelo, partindo-se de

observações dos fatos reais e momentos experienciados (PERDIGÃO, HERLINGER e WHITE, 2001).

Dentro da perspectiva dedutiva, é realizada a parte de avaliação do modelo, são estabelecidas as conclusões particulares, correspondendo à fase de interpretação da pesquisa (PERDIGÃO, HERLINGER e WHITE, 2001).

Pela Abordagem Metodológica, uma pesquisa pode ser caracterizada em qualitativa e quantitativa. Na análise qualitativa avalia-se os aspectos subjetivos, pois trata do abstrato (MINAYO, 2001). Assim, na fase inicial, chamada de estruturação, serão levantados aspectos qualitativos do contexto junto aos entrevistados e será dedicada uma atenção especial as anotações e observações do pesquisador (TRIVIÑOS, 1987).

A abordagem quantitativa deverá ser empregada no desenvolvimento matemático do problema avaliado na fase de avaliação, como por exemplo a utilização de escalas (COZBY e RAWN., 2016). Nesta fase, utiliza-se ferramentas matemáticas a fim de encontrar uma equação que demonstre como cada indicador interage no desempenho de uma unidade portuária.

Esses modos de avaliação diferem pela sua natureza, mas tornam-se complementares devido à realidade que abrangem (MINAYO, 2001). Desse modo, enquadra-se a pesquisa em qualitativa-quantitativa. Durante a etapa de estruturação (início) utiliza-se dados qualitativos, mas na etapa de avaliação o estudo é quantitativo.

2.2. Instrumento de Intervenção

A fim de solucionar o problema de pesquisa com ferramentas matemáticas buscou-se métodos da Pesquisa Operacional. Com o auxílio dos métodos multicritérios pôde-se relacionar critérios qualitativos-quantitativos e observar suas interferências e interrelações.

Dessa forma, para a estruturação da pesquisa e desenvolvimento dos procedimentos de análise realizou-se as entrevistas não estruturadas, estas com a finalidade de definir os critérios a serem considerados no modelo proposto.

A partir das entrevistas, tem-se o elenco de critérios e subcritérios relevantes para as análises. Os decisores entrevistados pertencem a unidade da Superintendência Regional da ANTAQ de Florianópolis – SC.

O entendimento do contexto deu-se por meio de documentos disponibilizados no site da agência constantes nas referências deste trabalho, além de documentos constantes na pesquisa bibliográfica.

A partir das informações coletadas seguiu-se a construção dos indicadores e a construção das métricas de avaliação desses elementos. Após, deu-se a construção do *Dashboard* e desenvolvimento do método multicritério utilizado na solução da pesquisa.

O método matemático multicritério discreto que se aplicou foi o método ANP. Visto que este relaciona a importância dos critérios do decisor e avalia as diversas redes formadas entre critérios.

A seguir, no Capítulo 3, é feita uma abordagem sobre o contexto onde a pesquisa é desenvolvida.

3. Avaliação do Setor Portuário

Este capítulo tem o propósito de ilustrar o contexto da avaliação de desempenho da gestão pública, e mais especificamente, no setor portuário, além de informar os principais métodos de avaliação desses cenários encontrados na literatura.

3.1. Avaliação de Desempenho

Pode-se definir desempenho como a relação entre o objetivo esperado de um projeto e o que foi executado (FRANCISCHINI e FRANCISCHINI, 2017). Várias são as possibilidades de medir o quanto uma meta está próxima de ser alcançada, ou ainda, o quanto de um serviço está atendendo o seu objetivo e as expectativas do cliente. Já para Lebas (1995), a medição do desempenho e a sua gestão são inseparáveis e se retroalimentam em um processo de interação constante. Visto que a gestão precede e segue a medição, assim como a gestão cria o contexto para essa mensuração (LEBAS, 1995). Assim, ambos devem estar alinhados e em consonância.

Com isso, busca-se estudar formas de mensurar os resultados que devem ser cumpridos pela organização, seja pública ou privada, independente do setor escolhido. A partir da mensuração pode-se analisar as possíveis interferências a serem feitas, além de monitorar o progresso das ações (PIDD, 2012).

A partir dos estudos de D'AGOSTINI, TONDOLO, *et al.* (2016) e (TONDOLO, D'AGOSTINI, *et al.* (2020) por meio de análise bibliométrica foram avaliadas hipóteses sobre a operação sustentável e o seu respectivo desempenho sustentável nas dimensões ambiental, econômica e social. Com isso, os autores consideram em nível agregado que o local, o setor e o tamanho da organização são significativos, ou seja, também interferem nas práticas do desempenho sustentável. Dessa forma, o estudo pode auxiliar os profissionais da área a pesquisar e implementar as práticas sustentáveis nas operações considerando esses fatores.

Com o avanço de tecnologias, principalmente de meios eletrônicos aplicados à gestão, a administração das organizações se tornou mais efetiva. E principalmente, a busca por resultados, tornou o mercado mais competitivo e possibilitou a construção de metodologias para mensurar esse desempenho.

De forma abrangente, o desempenho pode ser definido como esforços empreendidos na direção de resultados a serem alcançados. Ainda, pode-se defini-lo como um conjunto de esforços que proporcionam um conjunto de resultados (BRASIL, 2009b).

Na gestão pública, o foco em resultados ocorreu por meio do Decreto 5.378 de 23 de fevereiro de 2005. Esse instituiu o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização – GesPública, coordenado pela Secretária de Gestão do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

O programa tem a intenção de orientar as organizações públicas ao resultado e ao cidadão, por meio do Modelo de Excelência em Gestão Pública – MEGP, e pela utilização das suas tecnologias desenvolvidas, visto que um dos maiores desafios do setor público brasileiro é questão gerencial (BRASIL, 2015b).

Um ponto importante destacado por Pidd (2012), quanto a gestão do setor público, é a possibilidade de agregação de valor, bastante destacada no setor privado, como missão da organização. Esse valor, conforme o autor, está associado a capacidade operacional. Essa visão ampliada do gestor possibilita averiguar de forma crítica as habilidades da sua equipe e ainda a legalidade de suas ações.

Em nosso país, as sucessões políticas tornaram os processos evolutivos de gestão mais lentos, como é comum em vários outros projetos, já que há uma descontinuidade das ações que visem um projeto de desenvolvimento contínuo. Com o Programa de Gestão não foi diferente, que por meio de outro decreto foi revogado, em 17 de julho de 2017, sob o nº 9.094.

Embora o contexto político seja instável e imprevisível, a Ciência da Administração tem como uma das suas principais teorias, a burocracia difundida por Weber, em que a dominação deve ser por meio do saber, sem influências políticas (SILVA e MATTIA, 2016). Por outro lado, a “burocracia” traz consigo a riqueza de detalhes dos processos e a exaustiva demora na tomada de decisão.

Contudo, a partir dos documentos observados, nota-se o avanço do setor público no âmbito da gestão. Com o amparo da Administração, os processos gerenciais tem buscado aprimoramento e sucessivas melhorias, a fim de contribuir para decisões mais precisas e coerentes. Na gestão pública não é diferente, busca-se a melhoria do serviço prestado e a satisfação “cliente”, nesse caso, o contribuinte.

Conforme Lebas (1995), um sistema de gestão de desempenho adequado deve estar amparado em cinco ideais como: propiciar autonomia dos indivíduos durante o

controle; refletir relações de causa e efeito; capacitar e envolver os indivíduos; apoiar na melhoria contínua; além de apoiar a tomada de decisão. Com isso, entende-se que a gestão e a medição devem ser aplicados em conjunto.

Logo, a Pesquisa Operacional (PO) ganha espaço nesse contexto levando consigo o Processo Decisório, visto que ela relaciona o uso de um conjunto de procedimentos científicos, a fim de ajudar o decisor a escolher a solução mais pertinente a sua busca (LONGARAY, 2013).

A partir disso, tem-se a explanação dos conceitos de indicadores, as principais ferramentas de avaliação dos gestores.

3.2. Indicadores

Um indicador é representado por um número ou percentual. Utiliza-se para avaliar um resultado ou subsidiar à tomada de uma decisão. Ainda, serve para detectar causas e efeitos de ações gerenciais e da mesma forma, avaliar serviços (NÓBREGA, 2003).

A fim de avaliar o sucesso ou o fracasso de algo é necessário medir e comparar os elementos assistidos. A medição dos resultados pode auxiliar o gestor público a avaliar a qualidade dos serviços e a necessidade de melhoria, além de auxiliar no planejamento de novas ações (PIDD, 2012).

Dessa forma, os indicadores representam instrumentos formais de medição e com eles é possível avaliar a melhoria contínua dos processos. Assim, pode-se acompanhar a evolução e o atingimento de metas, além de se obter um padrão de medida, ou seja, um critério definido (ANTAQ, 2017).

Ainda, de acordo com Francischini e Francischini (2017), as medidas dos indicadores podem ser qualitativas ou quantitativas, e representam a situação de uma atividade/processo. Um fato importante do indicador é que deve refletir a realidade a ser medida, ou se trata de desperdício de tempo ou recurso (BRASIL, 2012).

A partir dessas considerações, segue-se ao entendimento do setor portuário, alvo deste estudo.

3.3. Setor portuário

Com a intenção de aferir a qualidade dos serviços prestados e garantir a competitividade do setor, a ANTAQ, enquanto agente regulador, requer um pilar teórico para realizar seu trabalho. Com isso, apoia-se na GesPública (BRASIL, 2009b) a fim de construir indicadores e mensurar o desempenho das atribuições portuárias.

De acordo com os métodos já ilustrados, no setor portuário brasileiro, a agência reguladora prevê a utilização da Cadeia de Valor como seu pilar teórico e expõe o conceito de desempenho como os esforços empreendidos na direção dos resultados a serem alcançados (ANTAQ, 2017).

Desse modo, cita-se as características de um determinado parâmetro em cinco elementos indissociáveis, que são: objetivos, prazos, medidas padronizadas, indicadores e metas ou níveis de desempenho (ANTAQ, 2017).

Segundo a Cadeia de Valor, os indicadores podem ser avaliados conforme seis propriedades específicas que são: a efetividade, a eficácia, a eficiência, a execução, a excelência e a economicidade (BRASIL, 2009a).

Atualmente, a agência definiu seis métricas para avaliação dos indicadores tanto do IDA quanto do desempenho portuário, como: qualidade do serviço prestado; produtividade; modicidade de preços e tarifas; mercado; socioambiental; situação econômico-financeira (ANTAQ, 2017).

No mesmo documento, a ANTAQ (2017) reforça a necessidade de desenvolvimento de novas métricas para avaliação do desempenho portuário. No entanto, a partir das concepções teóricas levantadas na pesquisa, verificou-se a necessidade de adapta-las aos dados reais coletados.

A exemplo disso, tem-se a classificação dos indicadores, segundo o método BOCR, descrito a diante. Com isso, a partir da coleta de dados junto aos decisores, tem-se condições de desenvolver os indicadores para avaliação da gestão portuária.

A seguir, serão descritos os principais métodos de avaliação de desempenho já empregados no setor portuário.

3.4. Métodos de Avaliação de Desempenho

Vários métodos matemáticos são empregados na avaliação dos portos. A partir de trabalhos de revisão já desenvolvidos sob a temática (LONGARAY, AMARAL, *et al.*, 2018; LONGARAY, AMARAL, *et al.*, 2019), e conforme avista-se na bibliografia consultada tem-se os seguintes métodos: *Data Envelopment Analysis*, *Game Theory*, *The Stochastic Frontier Model* e *Analytic Hierarchy Process*.

3.4.1. DEA (Data Envelopment Analysis)

Esse método, também é conhecido como análise envoltória de dados. Descrito por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, seu objetivo é estabelecer uma fronteira de eficiência a partir de dados de entradas e saídas por meio de programação linear.

O método é bastante demandado no setor de transporte, incluindo no setor portuário. Foi aplicado a fim de avaliar o desempenho de alguns portos de referência no mundo.

O DEA pode ser caracterizado como um método não paramétrico possível de mensurar a eficiência da tomada de decisão, a partir de múltiplas entradas e múltiplas saídas. Ainda, esse método está diretamente ligado as questões operacionais e gerenciais (CULLINANE, WANG, *et al.*, 2006).

Como vantagem, ressalta-se que o método não impõe uma função específica entre a produção e o insumo considerados, nem supõem sobre a distribuição dos erros estatísticos. Ainda, acredita-se que os dados sejam capazes de “falar por si” e minimizar os erros de especificação (CULLINANE, WANG, *et al.*, 2006).

Por outro lado, como desvantagem pode-se citar que o método não permite erros de medição ou choques aleatórios. Ainda, caso ocorra erro de estimativa, pode alterar a eficiência ou ineficiência do modelo (CULLINANE, WANG, *et al.*, 2006).

3.4.2. Game Theory ou Teoria dos jogos

No setor portuário, a Teoria dos Jogos foi utilizada com intuito de mensurar o efeito da competição das parcerias de gestão, além de outras combinações da teoria, como *Bertrand Game Theory* e *Cournot Game Theory* (LONGARAY, AMARAL, *et al.*, 2019).

Essa teoria permitiu fazer combinações entre os efeitos dos objetivos dos portos públicos e privados (CUI e NOTTEBOOM, 2018). Além disso, foi aplicado na

análise do tipo de contrato de concessão mais rentável as autoridades portuárias, em quatro portos paquistaneses (SAEED e LARSEN, 2010).

Na literatura recente, a teoria já foi aplicada com o intuito de avaliar a concorrência entre portos e terminais. Isto foi executado em duas etapas: a primeira ocorre na fase de pré-licitação e envolve capacidade dos operadores. Já a segunda etapa utiliza preços e ocorre quando o terminal inicia as operações (KASELIMI, NOTTEBOOM e BORGER, 2011).

Também foi utilizada com o intuito de avaliar uma situação hipotética do custo-benefício entre autoridades portuárias e operadores, quanto ao tipo de gestão portuária no porto de Chittagong em Bangladesh (MUNIM, SAEED e LARSEN, 2018). Outro exemplo de aplicação, foi a investigação quanto aos fatores que determinam a especialização portuária e as condições de mercado que podem influenciá-la no setor chinês (ZHUANG, LUO e FU, 2014).

3.4.3. *The Stochastic Frontier Model* ou Modelo de Fronteira Estocástica

Este método foi utilizado para mensurar a eficiência dos portos em relação as gestões públicas e privadas (LONGARAY, AMARAL, *et al.*, 2019). É tido como uma ferramenta analítica e aplicada à dados transversais sob uma variedade de premissas distributivas (CULLINANE e SONG, 2003).

O método da fronteira estocástica tem um forte alinhamento com questões de planejamento e estratégias econômicas. Apresentou como efeito positivo a possibilidade de considerar choques aleatórios e o erro de medição, a análise da estrutura e a possibilidade de investigar os determinantes do desempenho do produtor e possui uma base sólida nas teorias econômicas (CULLINANE, WANG, *et al.*, 2006).

Como efeito negativo tem-se a continuidade presumida que pode levar a erros de aproximação e a difícil determinação do erro na estrutura, podendo introduzir outra fonte potencial de erro (CULLINANE, WANG, *et al.*, 2006).

3.4.4. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou Método de Análise Hierárquica

A ANTAQ utiliza o método AHP para avaliar os indicadores da gestão ambiental nos portos e instalações portuárias por meio do IDA. Trata-se de um sistema prático

e objetivo. O método prevê para cada indicador um conjunto de atributos, os quais determinam em que estágio da gestão se encontra aquele indicador (BRASIL, 2018).

Ainda, sugere níveis progressivos de atendimento para cada indicador, podendo utilizá-los como referência para apoio à decisão ou regulação, de acordo com as prioridades do decisor. Os indicadores seguem a legislação ambiental, técnica e de boas práticas do setor portuário. O somatório corresponde ao resultado geral de desempenho ambiental (BRASIL, 2018).

A partir dos métodos vistos para avaliação da gestão portuária, visa-se avaliar os principais indicadores do setor, por meio do método ANP. Desse modo, justifica-se a proposição do trabalho e a sua originalidade. Com isso, segue-se para o Capítulo 4, em que se descreve os passos matemáticos a serem utilizados neste trabalho.

4. Fundamentação Teórico-Matemática

Nesta seção serão abordadas as principais características dos métodos multicritérios e suas particularidades, visando construir uma base teórica para construção do protótipo proposto.

4.1. Processo decisório

Nossas decisões moldam nossas vidas, de forma consciente ou inconsciente, é uma habilidade humana. As consequências, boas ou ruins, fazem parte das decisões que foram tomadas ao longo do tempo. Todo indivíduo quer escolher a melhor alternativa.

De acordo com Longaray (2013), o processo decisório é o que precede a decisão e possibilita a melhoria de um problema, por meio de ações. Conforme a complexidade do processo decisório aumenta, também crescem os riscos e as consequências envolvidas (HAMMOND, KEENEY e RAIFFA., 1999).

Nas organizações públicas ou privadas, as decisões envolvem uma gama de critérios importantes e relevantes. Assim, além de encontrar a melhor alternativa, ao mesmo tempo, obter o consenso dos grupos torna-se um desafio (BELTON e STEWART., 2002).

Assim, serão descritos os agentes do processo decisório.

4.2. Envolvidos

Dentro do processo decisório, os participantes recebem nomes específicos de acordo com as funções que lhe são atribuídas. Esse grupo de pessoas recebe o nome de atores da decisão (ROY e VANDERPOOTEN, 1996). Os atores são os que detém interesse no resultado da decisão, sendo também conhecidos como “*stakeholders*” (ENSSLIN, NETO e NORONHA, 2001). Cabe ressaltar alguns dos termos utilizados e suas atribuições (GOMES e GOMES, 2019):

Agidos – é o grupo de pessoas às quais o programa é imposto, de forma direta ou indireta.

Intervenientes – esses tem ação direta sobre a mudança e suas ações impactam diretamente no processo decisório, “sentam-se à mesa para decidir” (ENSSLIN, NETO e NORONHA, 2001).

Decisor – é aquele a quem o processo decisório se destina, e que tem o poder e a responsabilidade de ratificar uma decisão e assumir as consequências, podendo ainda intervir no processo de acordo com seu juízo de valor.

Facilitador – este deve esclarecer, propiciar aprendizado aos demais e modelar o processo de avaliação, deve se manter neutro, ou seja, não intervir nos julgamentos.

Analista – auxilia o facilitador e o decisor na estruturação do modelo e identifica os fatores externos que interferem durante todo o processo de decisão.

Desse modo, a Pesquisa Operacional cativa os gestores das organizações e o apoio à decisão presta-se na qualificação das melhores respostas, já que a busca por eficiência é incessante.

Com isso, é possível lançar mão dos métodos multicritérios, com a finalidade de fundamentar as escolhas e justificar as decisões escolhidas. Na sequência serão definidos os tipos de problemas a serem resolvidos dentro da PO.

4.3. Tipo de Problema

Pode-se classificar as problemáticas, no contexto do apoio à decisão em quatro tipos, quanto aos diferentes objetivos de proposição (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004):

Problemática de Seleção $P^*\alpha$ – tem o objetivo de selecionar a melhor alternativa ou algum subconjunto de alternativas satisfatórias que não são comparáveis entre si;

Problemática de Classificação $P^*\beta$ – tem o objetivo de classificar uma alternativa dentro de uma categoria mais apropriada de um dado conjunto;

Problemática de Ordenação $P^*\gamma$ – tem o objetivo de ordenar as alternativas disponíveis em um *ranking*;

Problemática de Descrição P*δ – tem o objetivo de descrever as alternativas determinando suas performances nos critérios selecionados, sem produzir recomendações.

As problemáticas apresentadas são dinâmicas, podendo ser utilizadas em conjunto, como melhor se enquadrar a situação (DONÔ, 2009).

A seguir, elucida-se o conceito de métodos multicritérios e as suas particularidades.

4.4. Métodos Multicritérios

Após o final da Segunda Guerra Mundial, a experiência adquirida pelos combatentes sobre os problemas lógico-militares foi aplicada à ciência da gestão. Logo, os primeiros métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) surgiram na década de 1970, com a finalidade de resolver um problema em que vários objetivos podem ser alcançados simultaneamente (JULIANO, 2017).

Os métodos AMD, até então desenvolvidos, servem de ferramenta para o facilitador do processo decisório quando se tem a intenção de selecionar, descrever ou ordenar as alternativas disponíveis (RANGEL e GOMES, 2010).

4.4.1. Classificação dos Métodos Multicritérios

As metodologias de decisão multiobjetivo podem ser classificadas quanto a finitude das alternativas onde serão considerados os modelos:

4.4.1.1. Modelo Contínuo

Para ser considerado um modelo contínuo ou “denso”, o conjunto de alternativas deverá ser apresentado dentro de um intervalo de valores, ou seja, no entorno de um elemento desse conjunto possui outro elemento do mesmo conjunto, pelo menos (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004). Ainda, conforme Devore (2006), a resposta das alternativas pertence a um intervalo completo no conjunto solução.

Outra característica importante, o método contínuo de decisão compreende os métodos de programação matemática com mais de uma função objetivo. Estes são chamados de métodos de otimização multicritério ou métodos interativos (GOMES e GOMES, 2019).

4.4.1.2. Modelo Discreto

Para ser considerado modelo discreto, o conjunto de alternativas do problema deve apresentar na solução elementos ou pontos isolados. Desse modo esse conjunto de ações é considerado finito ou enumerável (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Ainda, segundo Devore (2006), significa dizer que uma variável discreta é resultado de uma contagem. Para uma solução de “x” tem-se valores dentro do conjunto de ações $A = \{1, 2, 3, \dots, 20\}$ para as suas alternativas.

A seguir, são citadas as principais fontes dos métodos multicritérios.

4.5. Escolas

Os principais métodos discretos utilizados no processo de tomada e apoio à decisão tem duas origens principais, na França e nos Estados Unidos. São as chamadas Escola Europeia e a Escola Norte-Americana. Atualmente, outros métodos multicritérios fazem a combinação das duas Escolas, são os métodos híbridos.

4.5.1. Escola Francesa

A Escola Francesa baseia-se na Teoria da Modelagem de Preferências em que permite ordenar as alternativas em termos relativos, não pressupõe transitividade, mas pressupõe subordinação e análise paritária. Além disso, permite incomparabilidade e indiferença (GOMES e GOMES, 2019).

Os principais métodos de AMD são os métodos da família Electre e os métodos da família Promethee. O primeiro, ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la*

Réalité) tem o intuito de retratar a tomada de decisão mais próxima da realidade (ROY, 1968). O segundo, PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) baseia-se no anterior e de forma semelhante utiliza critérios de sobreclassificação para as preferências (BRANS, VINCKE e MARESCHAL, 1986). Ambos possuem variações nas suas técnicas de aplicação.

O método Electre é baseado em relações de superação. Indica-se para situações em que o decisor pretende avaliar alternativas em pelo menos três critérios e não é possível agregá-los em uma escala comum. É um método simples de aplicação, o que facilita a manipulação dos parâmetros do modelo (SIQUEIRA e FILHO, 2011).

Nesse método, o intuito é partir de um conjunto de alternativas, encontrando uma classificação dicotômica entre elas, de modo a restar um subconjunto de “concordância” e outro de “discordância” (ROY, 1968). A relação de sobreclassificação é a combinação de três relações: indiferença, preferência fraca e preferência estrita (GOMES e GOMES, 2019).

4.5.2. Escola Norte-Americana

Os métodos dessa Escola que se destacam são a Teoria de Utilidade Multiatributo ou *Multi-Attribute Utility Theory* – MAUT (Keeney & Raiffa 1993) e os métodos desenvolvidos por Thomas L. Saaty. São eles o Método de Análise Hierárquica - AHP e o Processo de Análise de Rede - ANP. Esses métodos reúnem todas as informações do problema a ser resolvido por meio de uma grande síntese (MACHADO, ENSSLIN e ENSSLIN, 2015).

A Teoria de Utilidade pressupõe como hipótese que em um problema de decisão existe uma função de valor real “ v ” e um conjunto de alternativas “ A ”. E a função descrita agrega critérios ou atributos associados ao índice “ n ” do tipo: $X_1(a), X_2(a), \dots, X_n(a)$ (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Com isso, se a função de valor “ v ” reflete as preferências do decisor, então pode-se formular um problema de otimização do tipo: encontrar $a \in A$ que maximize $v[X(a)]$. As funções de valor podem ser utilizadas com o intuito de auxiliar o decisor na articulação das preferências (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Essa teoria ainda permite comparar por meio de escalas de preferência ou indiferença, não aceitando a hesitação do decisor. Desse modo, facilita estabelecer hierarquias entre as alternativas (GOMES e GOMES, 2019).

No estudo norte-americano, assume-se que todos os critérios podem ser comparados entre si. Outro aspecto da teoria, é a existência da transitividade tanto para preferências quanto para a indiferença (GOMES e GOMES, 2019).

4.5.3. Híbridos

Após a criação das Escolas tradicionais surgiram outras derivações desses métodos chamados de híbridos (GOMES e GOMES, 2019). Os métodos híbridos mais divulgados são:

- a. método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) que modela padrões de preferência para decisões de risco (GOMES e DUARTE, 1998);
- b. método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) que mede a atratividade baseando-se em categorias (BANA E COSTA, ANGULO-MEZA e OLIVEIRA, 2013);
- c. método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) com a técnica de avaliar o desempenho de alternativas através de similaridade com a solução ideal (HWANG e LIN, 1987).

A seguir descreve-se os principais métodos da instituídos pela Escola Americana e destacados neste trabalho.

4.6. Método AHP

O método parte do princípio de decomposição e síntese (SAATY, 1991). Tem como propósito decompor um problema complexo em partes menores até que as solucionem.

A fim de avaliar alternativas, sob a perspectiva de alguns critérios especificados pelo decisor de acordo com o cenário estudado. Realiza-se os julgamentos e obtém-se as matrizes correspondentes.

Após, determina-se os índices de consistência e a relação de consistência. De posse desses valores, calcula-se o vetor prioridade do problema. Esse vetor representa o grau de importância de cada critério para a escolha de uma alternativa.

4.6.1. Etapas de Aplicação

De posse do objetivo, definido pelo pesquisador, o método de Saaty deve seguir a rigor cinco passos, como enumera-se a diante (KOU, ERGU, *et al.*, 2013):

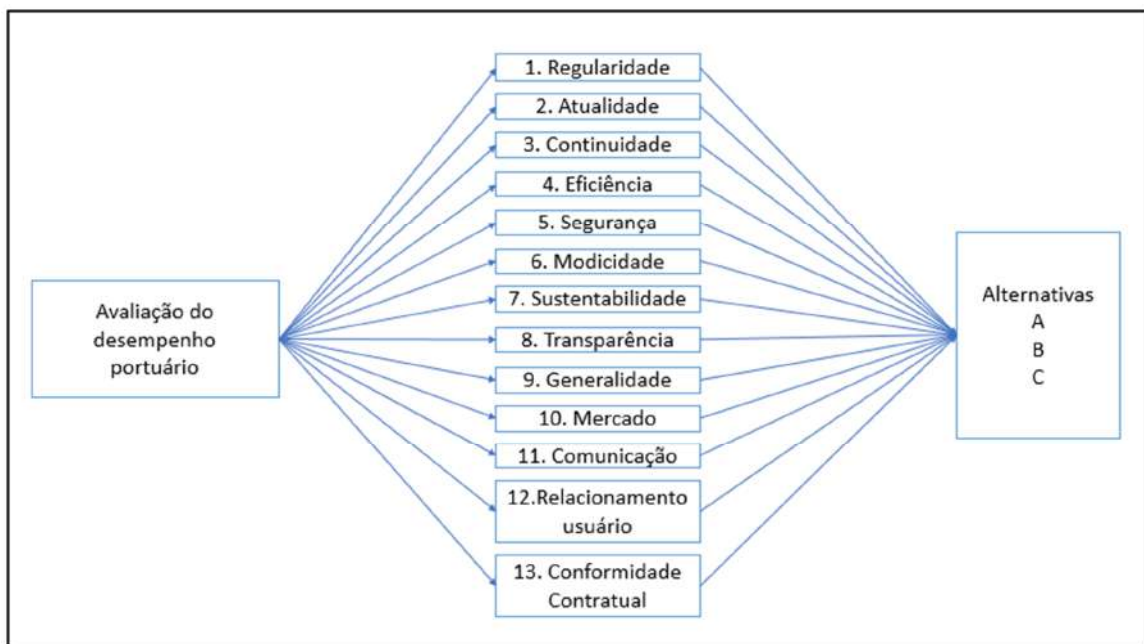
1. Definir e decompor o problema;
2. Construir um conjunto de matrizes de comparação paritária;
3. Calcular autovalores e autovetores;
4. Testar a consistência das matrizes de comparação;
5. Agregar as prioridades finais das alternativas.

Na Figura 1 mostra os níveis de uma hierarquia como exemplo. No primeiro nível, tem-se o objetivo. A seguir, no segundo nível, os indicadores que também pode-se chamar de critérios. Nesse nível podem ocorrer subníveis/subcritérios. Neste exemplo, o terceiro nível fica a cargo dos cenários ou alternativas a serem avaliadas.

Após a determinação dos níveis hierárquicos, segue-se para a comparação dos critérios/indicadores. Na Figura 2, a seguir, pode-se observar um exemplo da matriz de comparação. A diagonal principal da matriz recebe o valor “1” demonstrando a sua identificação, nesse caso, mesma importância.

Aos demais elementos a serem preenchidos, eles recebem os valores da escala de Saaty de acordo com o julgamento do decisor, conforme sua preferência. Ao julgador questiona-se, “quanto o indicador 1 é preferido ao indicador 2 a fim de alcançar o objetivo?”.

Figura 1 - Exemplo de representação hierárquica do método AHP



Fonte: autoria própria

Figura 2 - Exemplo de Matriz de comparação

	1. Reg	2. Atu	3. Con	4. Efic	5. Seg	6. Moc	7. Sust	8. Tran	9. Gen	10. Me	11. Co	12. Re	13. Co
1. Regularidade	1	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12
2. Atualidade	1/x1	1											*
3. Continuidade	1/x2		1										*
4. Eficiência	1/x3			1									*
5. Segurança	1/x4				1								*
6. Modicidade	1/x5					1							*
7. Sustentabilidade	1/x6						1						*
8. Transparência	1/x7							1					*
9. Generalidade	1/x8								1				*
10. Mercado	1/x9									1			*
11. Comunicação	1/x10										1		*
12. Rel. Usuário	1/x11											1	xn
13. Conf. Contratual	1/x12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1/xn	1

Fonte: autoria própria

4.6.2. Escala de Saaty

Na matriz de comparação, o elemento mais importante recebe o valor inteiro. Já o elemento oposto, recebe o valor recíproco. Todos os valores arbitrados pelo

juizador, devem estar contidos na escala fundamentada pelo autor do método, conforme pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala Fundamental Saaty

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: adaptada de Saaty T. L. (1991)

A escala definida baseia-se nos limites psicológicos, já que o ser humano não processa mais de 7 critérios corretamente. Logo, o método utiliza 7 ± 2 categorias de julgamento (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

Com a comparação par a par, segue-se ao cálculo dos autovalores e autovetores da matriz.

4.6.3. Índices de Avaliação

O Índice de consistência (IC) dado pela equação (1), onde n é a dimensão da matriz simétrica A . Conforme Kreyszig (2016), o escalar λ é calculado através da equação (2) denominado de autovalor. E os vetores $w \neq 0$, associados aos autovalores λ , são denominados autovetores da matriz A .

O cálculo do $\lambda_{máx}$ representa o autovalor máximo da matriz A , podendo ser calculado a partir da equação (3) descrita a seguir:

$$IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n} \quad (1)$$

$$A * w = \lambda * w \quad (2)$$

$$\det(A - \lambda I) = 0 \quad (3)$$

Logo, com o resultado do IC, parte-se para o cálculo da Razão de Consistência (RC) dado pela equação (4). Essa equação, mede a razão entre o IC, obtido anteriormente, e o Índice de Consistência Randômico. Esse índice é mostrado na Tabela 2, fornecidos por Saaty (1991) e Alonso e Lamata (2006) em seus respectivos trabalhos.

O valor RC encontrado deverá ser inferior ou igual a 10%. Caso contrário, os julgamentos devem ser revistos.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (4)$$

Tabela 2 - Índice de Consistência Randômico

n	RI	n	RI	n	RI	n	RI
1	0	11	1,5141	21	1,6409	31	1,6839
2	0	12	1,5365	22	1,6470	32	1,6867
3	0,5245	13	1,5551	23	1,6526	33	1,6893
4	0,8815	14	1,5713	24	1,6577	34	1,6917
5	1,1086	15	1,5838	25	1,6624	35	1,6940
6	1,2479	16	1,5978	26	1,6667	36	1,6962
7	1,3417	17	1,6086	27	1,6706	37	1,6982
8	1,4056	18	1,6181	28	1,6743	38	1,7002
9	1,4499	19	1,6265	29	1,6777	39	1,7020
10	1,4854	20	1,6341	30	1,6809	-	-

Fonte: adaptada de Saaty (1991) e Alonso e Lamata (2006).

Por fim, deve-se ordenar as preferências do decisor por meio da função de valor, vista na equação (5), a seguir:

$$v(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j * d_{ij} \quad (5)$$

Onde:

$v(a_i)$ representa a função de valor da alternativa i .

w_j representa uma componente do autovetor, ou seja, o peso resultante das alternativas observadas;

d_{ij} representa o desempenho da alternativa i .

4.7. Método ANP

O método ANP, desenvolvido por Thomas L. Saaty, tem a intenção de abordar o processo decisório de forma mais completa. Pois, este método, além de utilizar critérios para avaliar alternativas, considera as consequências, positivas e negativas (SAATY, 1999).

Do mesmo autor do ANP, o método AHP se torna um caso especial desse, devido a sua generalidade e por permitir as interrelações (SAATY e SAATY, 2016). Ainda, os dois métodos são fundamentais para medir os fatores intangíveis, por meio de comparações par a par e julgamentos semânticos que correspondem ao domínio de um item sobre o outro, referente a uma propriedade comum (WHITAKER, 2007).

O ANP tornou-se a primeira teoria matemática a considerar sistematicamente todas as dependências e *feedback* entre os elementos considerados na rede de análise (SAATY e SAATY, 2016). Já se aplicou na previsão de resultados esportivos, mudanças econômicas, negócios, política e outros segmentos.

Ainda, caracteriza-se por englobar critérios quantitativos e qualitativos. Na sua configuração de rede, com a possibilidade de representar as relações de dependência dos elementos, permite traduzir no método um cenário próximo da realidade (NASCIMENTO, SILVA e BELDERRAIN, 2008).

Além disso, por utilizar-se de redes de influência, não há necessidade de especificar níveis como no AHP. Logo, deve-se avaliar todo o contexto da decisão e as influências potenciais de um elemento (SAATY, 2004).

4.7.1. Estrutura

O principal conceito instituído pelo método é a influência. É composto por duas partes. A primeira compõe-se pela rede de critérios e subcritérios e a segunda, consiste na rede de atuação entre os elementos e grupos (SAATY, 1999).

O método estrutura-se a partir de um objetivo a ser alcançado e da rede de elementos e seus *feedbacks*. Pode-se elucidar os passos de construção do método a diante, conforme NASCIMENTO, SILVA e BELDERRAIN (2008):

A. Etapa de estruturação

- I. Construção da rede – identificação de *clusters* e elementos;
- II. Determinação das relações de dependências entre todos elementos;

B. Etapa de julgamentos

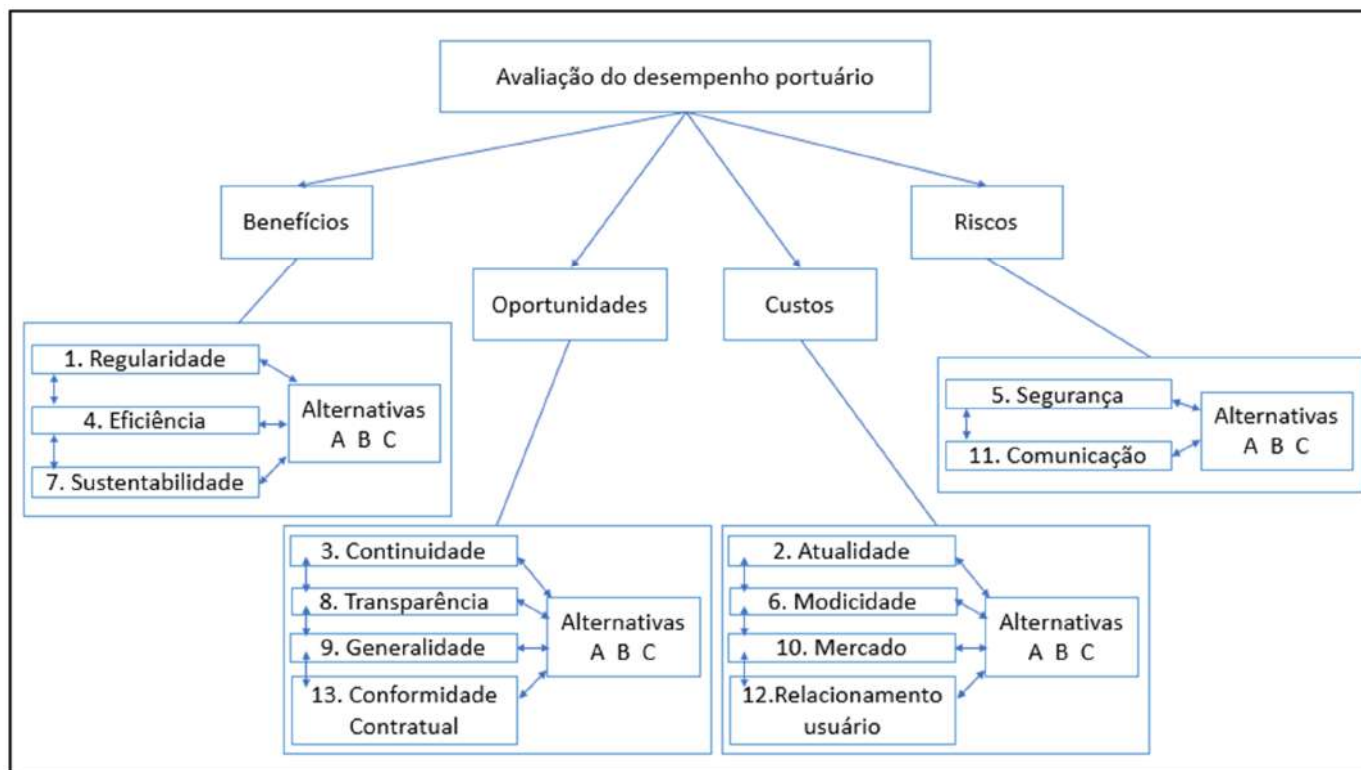
- I. Construção da matriz de alcance global (binária);
- II. Construção da matriz de alcance local (binária);
- III. Comparações par a par dos elementos e clusters interconectados (Escala Fundamental de Saaty; Cálculo dos autovetores de prioridades);
- IV. Verificação da consistência (Cálculo do Índice de consistência e Razão de consistência);
- V. Verificar se os julgamentos são consistentes e se há falhas nas comparações par a par, caso não, retornar as etapas anteriores;

C. Etapa de Cálculo

- I. Formulação da Supermatriz sem peso (resultado das comparações par a par dos elementos dos *clusters*; formada por vetores de prioridades normalizados);
- II. Obtenção da Supermatriz ponderada (Multiplicação da matriz de peso dos clusters pela Supermatriz anterior);
- III. Elevar a Supermatriz ponderada à maior potência até a sua convergência $\lim_{k \rightarrow \infty} W^k$;
- IV. Matriz Limite – Estocástica;
- V. Resultado final (*Ranking* de prioridades).

Na Figura 3, observa-se como dispor os elementos e *clusters* de uma análise de rede. Partindo-se do objetivo a ser atingido, deve-se separar os indicadores entre benefícios, oportunidades, custos e riscos. Com isso, pode-se formar um *cluster* para cada classificador dos indicadores e um outro *cluster* para as alternativas. Ainda, pode-se visualizar as interrelações entre os elementos (SILVA, NASCIMENTO e BELDERRAIN, 2010).

Figura 3 - Esquema da estrutura do ANP



Fonte: autoria própria

4.7.2. Composição matemática

“Dado um elemento do sistema, quanto esse elemento é mais influente que o próximo (em um mesmo componente ou outro) em relação a um critério?” Esse deve ser o questionamento, para cada elemento dentro de uma rede de análise (SAATY, 1999).

Para responder o questionamento citado, o decisor pode atribuir os valores de 1 até 9, conforme a Escala recomendada por Saaty. A influência máxima é dada pelo número “9” e a indiferença “1”. Quando a comparação for inversa, deve-se adotar o valor recíproco. Assim, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, em que a_{ij} indica a dominância relativa do i-ésimo elemento comparado ao j-ésimo elemento (ASAN, ASAN e SOYER, 2012).

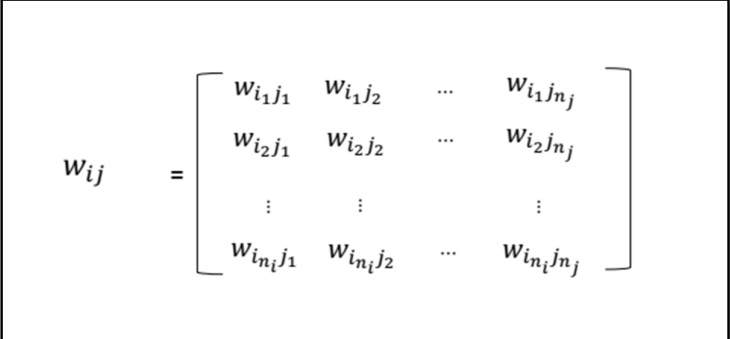
Essas atribuições de valor devem ser feitas pelo decisor, para os cenários propostos, constituindo o julgamento semântico para a função de valor (ENSSLIN, NETO e NORONHA, 2001). Ainda, deve-se realizar o mesmo questionamento para a comparação par a par para os demais elementos da rede e suas relações. Com isso, pode-se verificar o Índice de Consistência (IC) e a Razão de consistência para cada matriz obtida (ASAN, ASAN e SOYER, 2012).

A partir dessas matrizes, obtém-se os vetores de prioridades. Dessa forma, segue-se ao cálculo da equação (6):

$$A * w = \lambda_{máx} * w \quad (6)$$

Em que A é a matriz recíproca positiva, w é o autovetor (vetor prioritário) associado ao $\lambda_{máx}$ é o maior autovalor de A (ASAN, ASAN e SOYER, 2012). Na Figura 4, visualiza-se o vetor w de prioridades contidos em uma matriz genérica.

Figura 4 - Matriz dos autovetores



O diagrama mostra a equação $w_{ij} =$ seguida de uma matriz genérica de prioridades entre colchetes. A matriz tem n_i linhas e n_j colunas. Os elementos da matriz são $w_{i_1 j_1}, w_{i_1 j_2}, \dots, w_{i_1 j_{n_j}}$ na primeira linha; $w_{i_2 j_1}, w_{i_2 j_2}, \dots, w_{i_2 j_{n_j}}$ na segunda linha; $\vdots$ na terceira linha; e $w_{i_{n_i} j_1}, w_{i_{n_i} j_2}, \dots, w_{i_{n_i} j_{n_j}}$ na última linha.

Fonte: adaptado de Saaty T. L. (1991)

Logo, insere-se cada vetor prioritário como coluna da supermatriz, conforme observa-se na Figura 5 na supermatriz genérica. Caso algum componente não tenha valor de entrada, deve-se preencher com zero (SAATY, 2004).

No exemplo de Supermatriz vista na Figura 5, entende-se os critérios principais representados pela letra “C” com índice variando de 1 até m. Do mesmo modo, tem-se a representação dos subcritérios pela letra “e” com índice variando de 1 até n, conforme a posição do elemento na matriz. Embora, este possa ser apresentado de acordo com o número do subcritério a ser avaliado.

Figura 5 – Exemplo de Supermatriz

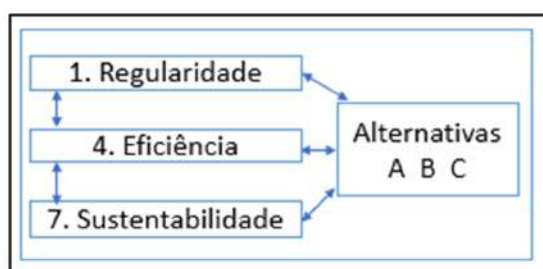
$$M = \begin{matrix} & & & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \end{matrix} \\ & & & \begin{matrix} e_{11} \dots e_{1n_1} & e_{21} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{n1} \dots e_{nn_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ e_{1n_1} \\ C_2 \\ \vdots \\ e_{2n_2} \\ \vdots \\ e_{m1} \\ C_m \\ \vdots \\ e_{mn_n} \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccc} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1m} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2m} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2m} \end{array} \right] \end{matrix}$$

Fonte: adaptado de Saaty T. L. (1991)

Com a obtenção dos pesos, estes servem para ponderar os elementos dos blocos correspondentes da Supermatriz. Logo, a matriz estará ponderada por completo.

O método desenvolvido por Saaty ainda, considera interrelações entre os elementos avaliados. Pode-se observar na Figura 6 uma exemplificação dessa conexão.

Figura 6 - Exemplo do arranjo de uma rede simples



Fonte: autoria própria.

Na Figura 6, tem-se um exemplo de parte de uma rede do método ANP. Nesse caso, utilizou-se os elementos constantes no modelo de estudo deste trabalho. Apresenta-se os indicadores constantes no cluster de Benefícios e as relações consideradas para efeito de cálculo.

A partir desse arranjo, pode-se construir os julgamentos par a par dos elementos. De posse dos autovetores normalizados, passa-se para a formação da Supermatriz.

Desse modo, constrói-se a Supermatriz estocástica com as colunas ponderadas, conforme pode-se visualizar na Figura 7 uma exemplificação de uma rede simplificada (SAATY e SAATY, 2016). Deve-se calcular as prioridades limites da Supermatriz estocástica e avaliar se é irreduzível, redutível ou cíclica (SAATY e SAATY, 2016).

Figura 7 - Exemplo de supermatriz estocástica

	A	B	C	1.1.	1.1.1.	1.1.2.	1.1.3.	1.1.4.	1.1.5.	1.1.5.1.	1.1.5.2.	1.1.5.3.	1.1.5.4.	1.1.5.5.	1.1.5.6.
A	0,778	0,778	0,778	0,223	0,022	0,242	0,094	0,117	0,022	0,206	0,025	0,255	0,097	0,099	0,029
B	0,180	0,180	0,180	0,081	0,156	0,066	0,031	0,184	0,156	0,099	0,108	0,053	0,051	0,206	0,099
C	0,042	0,042	0,042	0,029	0,156	0,025	0,208	0,032	0,156	0,029	0,201	0,025	0,186	0,029	0,206
1.1.	0,017	0,265	0,230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.1.	0,016	0,134	0,160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.2.	0,012	0,090	0,111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.3.	0,010	0,064	0,077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.4.	0,005	0,075	0,053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.	0,004	0,026	0,037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.1.	0,003	0,018	0,026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.2.	0,002	0,012	0,018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.3.	0,001	0,009	0,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.4.	0,001	0,012	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.5.	0,001	0,033	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.5.6.	0,000	0,023	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: autoria própria.

Ainda, ao final deve-se obter quatro vetores correspondentes aos Benefícios (B), as Oportunidades (O), aos Custos (C) e aos Riscos (R). A partir desses, pode-se avaliar a razão BO/CR, ou ainda, fazer outras combinações (SAATY e SAATY, 2016).

Para finalizar a aplicação do método ANP, pode-se realizar uma análise de sensibilidade e interpretar os resultados (SAATY e SAATY, 2016). Nessa análise, observa-se quão sensível é o modelo em relação às suas prioridades, ou seja, quanto varia o resultado do modelo a partir de pequenas variações nos valores de julgamentos (SAATY, 1991).

Como o intuito do método tem-se a obtenção de um *ranking* de alternativas, considerando Benefícios, Custos, Riscos e Oportunidades.

No Apêndice A deste trabalho apresenta-se um exemplo de aplicação de uma rotina computacional em linguagem C, no formato do *software Scilab* (2021). A rotina destina-se ao cálculo do método ANP a partir de um exemplo simplificado. O código embasou-se nos trabalhos de Rodrigues (2017), Silva, Oliveira e Belderrain (2010) e Salomon (2010).

4.7.3. Aplicações

Ao que se tem conhecimento, o método ANP possui várias abordagens perante a literatura. Logo, cita-se algumas de suas aplicações. Como por exemplo, aliado às ferramentas da estratégia como BSC (*Balanced Scorecard*) e análise SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities Threats*).

Na aplicação do ANP e BSC tem-se a avaliação de desempenho universitário para definição dos indicadores (ATAFARA, SHAHRABIB e ESFAHANIC, 2013). Também aplicado para avaliar unidades básicas de saúde do setor público (SANTOS, SALOMON e MARINS, 2015). Além de analisar empresas de manufatura, neste combinado com a técnica *Fuzzy* (YÜKSEL e DAGDEVIREN, 2010). Ainda, utilizado para definição de indicadores de competitividade no setor da indústria de plásticos (POVEDA-BAUTISTA, BAPTISTA e GARCÍA-MELÓN, 2012). Já com a técnica de análise SWOT para análise na indústria de aviação (SEVKLI, OZTEKIN, *et al.*, 2012).

Isoladamente, foi implementado para selecionar melhores estratégias na gestão de conhecimento (WU e LEE, 2007). Além de selecionar fornecedores para uma empresa de equipamentos eletrônicos (GENCER e GURPINAR, 2007). Ainda,

selecionar as melhores opções de exportação para o mercado de *softwares* (BUITRAGO e LESMES, 2010).

Outras aplicações referem-se ao uso da abordagem *Fuzzy* combinada com o método ANP para seleção de fornecedores (DARGIA, ANJOMSHOAEA, *et al.*, 2014; GALANKASHI, CHEGENI, *et al.*, 2015). Além da utilização para selecionar as melhores estratégias para redução de riscos na cadeia de suprimentos (HOSSEINI, TAVAKKOLI-MOGHADDAM, *et al.*, 2013).

4.7.4. Vantagens do ANP

Várias semelhanças são destacadas entre os métodos ANP e AHP. Ambos utilizam as comparações par a par e a predominância de um elemento comparado sobre outro a partir de uma propriedade avaliada (WHITAKER, 2007).

Taslicali e Ercan (2006) afirmam que o método ANP apresenta maior vantagem de aplicação quanto ao AHP, quando se trata de um cenário dinâmico e de incerteza. Visto a diferença de relações entre elementos estabelecer-se por rede, possibilitando a dependência e *feedback* entre eles.

Outro ponto a ser destacado, o ANP direciona o decisor a avaliar os elementos e suas interrelações de forma precisa (TASLICALI e ERCAN, 2006). Ainda, o autor considera a representação gráfica direta e de fácil modelagem do problema, principalmente para assuntos relacionados a biologia, psicologia e antropologia.

A partir das potencialidades dos métodos exemplificados, segue-se a descrição do estudo de caso proposto. Onde descreve-se os passos executados na obtenção da planilha eletrônica e da construção dos indicadores da gestão portuária.

5. Estudo de Caso

Neste capítulo apresenta-se o desenvolvimento do painel de avaliação de indicadores por meio do método matemático multicritério aplicado ao setor portuário, alvo deste estudo. Explana-se sobre a coleta dos dados iniciais dos indicadores junto aos decisores da agência.

Ainda, é explicado o processo de construção do instrumento de coleta de dados e o desenvolvimento matemático para obtenção dos resultados do modelo. O capítulo divide-se em três tópicos distintos, referindo-se as etapas de Estruturação (5.1), Elaboração (5.2) e Avaliação (5.3).

5.1. Estruturação

Na fase de estruturação tem-se a construção dos indicadores de desempenho além da aplicação do método matemático. A partir desses indicadores, pode-se avaliar a situação do terminal a ser examinado pelo gestor.

A primeira intervenção deu-se por meio de entrevistas não estruturadas com os decisores da ANTAQ da Superintendência Regional de Florianópolis. Com isso, obteve-se um conjunto de 13 critérios-chave relevantes, considerados na prestação do serviço concessionário dos terminais portuários, citados a seguir:

1. Regularidade
2. Atualidade
3. Continuidade
4. Eficiência
5. Segurança
6. Modicidade
7. Sustentabilidade
8. Transparência
9. Generalidades
10. Mercado
11. Comunicação
12. Relacionamento com usuário
13. Conformidade contratual

A partir da anúncio desses itens elencou-se um subconjunto para cada critério-chave definido, com os seus respectivos componentes. O primeiro critério-chave é o critério “1. Regularidade”. A Regularidade compõe-se por doze subitens designados como:

1.1. Recepção e expedição de cargas

1.1.1. Previsibilidade

1.1.2. Agilidade

1.1.3. Disponibilidade

1.1.4. Acessibilidade

1.1.5. Confiabilidade

1.1.5.1. Capacidade

1.1.5.2. Sincronização

1.1.5.3. Sinalização

1.1.5.4. Equipamentos

1.1.5.5. Comunicação

1.1.5.6. Segurança

O segundo critério-chave a ser citado refere-se a “2. Atualidade”. Esse critério tem como composição dezessete subitens, conforme anuncia-se a seguir:

2.1. Capacitação de funcionários

2.1.1. Abrangência de funcionários

2.1.2. Regularidade

2.1.3. Relevância temática

2.2. Modernização

2.2.1. Técnicas

2.2.1.1. Procedimentos

2.2.1.2. Incorporação de novas tecnologias

2.2.1.3. Otimização

2.2.2. Equipamentos

2.2.2.1. Obsolescência tecnológica

2.2.2.2. Obsolescência temporal

2.2.2.3. Investimentos

2.2.3. Instalações

2.2.3.1. Adequação à demanda

2.2.3.2. Capacidade

2.2.3.3. Compatibilidade da infraestrutura

O critério-chave “3. Continuidade” , inclui trinta e três subitens ao total, como observa-se a seguir:

3.1. Treinamento de funcionários

3.1.1. Abrangência de funcionários

3.1.2. Regularidade

3.1.3. Relevância temática

3.1.4. Capacidade de resposta

3.2. Manutenção

3.2.1. Preventiva

3.2.1.1. Equipamentos

3.2.1.1.1. Plano de Manutenção

3.2.1.1.2. Rotina de execução

3.2.1.1.3. Funcionamento

3.2.1.1.4. Conservação

3.2.1.2. Instalações

3.2.1.2.1. Plano de Manutenção

3.2.1.2.2. Rotina de execução

3.2.1.2.3. Funcionamento

3.2.1.2.4. Conservação

3.2.2. Corretiva

3.2.2.1. Equipamentos

3.2.2.1.1. Presteza

3.2.2.1.2. Agilidade

3.2.2.1.3. Insumos

3.2.2.2. Instalações

3.2.2.2.1. Presteza

3.2.2.2.2. Agilidade

3.3. Operação sem interrupções

3.3.1. Horário

3.3.2. Mão de Obra (OGMO)

3.3.3. Sazonalidade da movimentação

3.3.4. Intercorrências

3.3.4.1. Omissão de atracações

3.3.4.2. Rolagem de cargas

3.3.4.3. Intempéries

Da mesma forma, tem-se o quarto critério-chave “4. Eficiência”. A eficiência, nesse caso, engloba catorze outros elementos citados a seguir:

4.1. Operacional

4.1.1. Movimentação

4.1.2. Pranchas

4.1.3. Permanência de carga

4.1.4. Tempos operacionais

4.1.5. Ocupação de berços

4.1.6. Área

4.1.7. Capacidade

4.2. Econômica e social

4.2.1. Equilíbrio econômico financeiro

4.2.2. Transferência de ganhos de eficiência para o usuário

4.2.3. Redução de custos

4.2.3.1. Participação dos custos fixos

4.2.3.2. Custo unitário

Já o quinto critério-chave determinado compete a “5. Segurança”. O item principal abraça outros vinte e cinco elementos a ele relacionados, conforme lista-se a diante:

5.1. Perdas, danos ou extravio de cargas

5.1.1. Ocorrência

5.1.2. Interrupção de operação

5.1.3. Poluição

5.1.4. Acidentes

5.1.5. Avarias

5.2. Plano de segurança

5.2.1. Demarcação de áreas operacionais

5.2.2. Sinalização

5.2.3. Declaração de cumprimento – CONPORTOS

5.2.4. Controle de acesso

5.3. Segregação de cargas perigosas

5.3.1. Cumprimento de norma

- 5.3.2. Adequação do espaço
- 5.4. Plano de emergência individual
 - 5.4.1. Cumprimento
 - 5.4.2. Validade
- 5.5. Aderência às normas
 - 5.5.1. Norma NR29 – Segurança do Trabalho Portuário
 - 5.5.2. Norma ANP – Movimentação de combustível
 - 5.5.3. Norma 2190 - Retirada de resíduos de embarcação
 - 5.5.4. Prevenção de incidentes
- 5.6. Riscos
 - 5.6.1. Mapeamento
 - 5.6.2. Mitigação

Para o sexto critério-chave definiu-se o item “6. Modicidade”. Esse critério possui apenas dois subitens, como observa-se em frente:

- 6.1. Aderência dos preços
- 6.2. Transparência na formação dos preços

O próximo critério-chave anunciado refere-se a “7. Sustentabilidade”. O item integra-se de cinco subitens, conforme descrito posteriormente:

- 7.1. Licenciamento Ambiental
- 7.2. Respeito ao meio ambiente
- 7.3. Higiene e Limpeza
- 7.4. Norma 2190 – Retirada de resíduos de embarcação
- 7.5. Norma 2239 – Trânsito de cargas perigosas

Na oitava posição da lista de critérios-chave, tem-se o “8. Transparência”. Nesse item agrupa-se outros cinco elementos, vistos a seguir:

- 8.1. Preços e serviços publicados
- 8.2. Descrição de riscos da atividade
- 8.3. Emissão de faturas detalhadas
- 8.4. Informações contábeis
- 8.5. Atendimento ao usuário

Ainda, no item nove da lista encontra-se o elemento “9. Generalidade”. Esse item envolve outros quatro subitens, conforme pode-se observar em seguida:

- 9.1. Oferta de serviços (horário definido e compatível)
- 9.2. Isonomia de preços

9.3. Universalidade

9.4. Impessoalidade

Já o décimo elemento-chave enunciado trata-se do “10. Mercado”. Nesse, engloba-se outros três subitens, vistos a diante:

10.1. Práticas

10.1.1. Subsídio cruzado

10.2. Concorrência

Outro critério-chave que se pode citar compete a “11. Comunicação”. O critério inclui três subitens nessa temática, conforme exposto em seguida:

11.1. Canais

11.2. Qualidade

11.3. Tempo de resposta

Ainda, tem-se na posição doze da lista de elementos importante de avaliação, o item “12. Relacionamento usuário”. Este foi composto de três subitens, conforme avista-se:

12.1. Litigiosidade

12.2. SAC

12.3. Ouvidoria

Com tudo, o último elemento-chave, ocupante da décima terceira posição, listado foi a “13. Conformidade contratual”. À Conformidade contratual foram atribuídos outros cinco subitens, vistos a seguir:

13.1. Parâmetros de desempenho

13.2. Investimentos

13.3. Responsabilidades

13.4. Resolução de conflitos

13.5. Diligência

A partir do levantamento desses critérios-chave, expressos pelos decisores da agência reguladora, iniciou-se a conceituação desses itens e entendimento deles no contexto da gestão portuária. O próximo tópico desse trabalho traz o relato dessa etapa.

5.2. Elaboração

De posse dos critérios-chave e seus respectivos subitens, passou-se a fase de elaboração do modelo. No passo inicial conceituou-se cada um deles a partir dos documentos pesquisados na agência e definições de dicionário (DICIO, 2021) a fim de entender melhor o contexto estudado. Após a determinação das definições, averiguou-se a pertinência dos conceitos com o assunto.

Como exemplo de definição utilizada, pode-se enumerar aquelas atribuídas aos critérios-chave do elemento “1. Regularidade”, apresentadas na Tabela 3 a seguir descrita.

Tabela 3 - Considerações critério "1. Regularidade"

Crítérios	Considerações
1. Regularidade	ocorrência com frequência contínua
1.1. Recepção e expedição de cargas	movimentação de cargas na infraestrutura concedida
1.1.1. Previsibilidade	planejamento de ações
1.1.2. Agilidade	rapidez nos procedimentos
1.1.3. Disponibilidade	previsibilidade dos insumos
1.1.4. Acessibilidade	facilidade de acesso aos insumos
1.1.5. Confiabilidade	Processos executados de forma correta
1.1.5.1. Capacidade	disponibilidade insumos (recursos)
1.1.5.2. Sincronização	ocorrência de processos simultâneos
1.1.5.3. Sinalização	marcações externas
1.1.5.4. Equipamentos	recurso necessário a realização das atividades
1.1.5.5. Comunicação	"diálogo" claro entre partes interessadas
1.1.5.6. Segurança	em relação a trabalhadores, procedimentos e cargas

Fonte: autoria própria.

A Tabela 3 tem em sua primeira coluna a relação de subcritérios componente do critério-chave “1. Regularidade”. Em sua segunda coluna, tem-se as considerações feitas a respeito dos subcritérios a fim de melhor descrever esses elementos. Logo, obtém-se um melhor entendimento das avaliações constantes no modelo desenvolvido.

Com o entendimento desses conceitos, pôde-se classificar os critérios-chave semelhante ao que se faz no Método ANP, ou seja, separar os elementos-chave em *clusters*. Dessa forma, atribuiu-se a cada elemento uma das quatro características BOCR (Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos).

Visto que os documentos da agência apresentam indicadores diferentes dos levantados junto aos decisores, , optou-se por formular uma nova proposição de agrupamento dos indicadores a partir das concepções do método ANP.

A atribuição fez-se por avaliação do contexto e dos subcritérios mencionados em cada grupo, além de avaliar a similaridade entre cada *cluster* BOCR e o critério-chave. Assim, considerou-se para “Benefícios” o significado de “o que é bom”, “benéfico” ou “favorável”. Já para os “Custos” entendeu-se como “gastos com produção” ou “gasto com o empreendimento”.

Também, foi utilizado para as “Oportunidades” o conceito de “algo oportuno”, “favorável à realização” ou “ensejo”. Com tudo, para a definição de “Riscos” considerou-se como “a possível ocorrência de algo e o seu impacto”. A classificação dos *clusters* apresenta-se na Tabela 4, a seguir descrita.

Tabela 4 - Classificação dos clusters BOCR

Critérios	Classificação BOCR
1. Regularidade	Benefícios
2. Atualidade	Custos
3. Continuidade	Oportunidades
4. Eficiência	Benefícios
5. Segurança	Riscos
6. Modicidade	Custos
7. Sustentabilidade	Benefícios
8. Transparência	Oportunidades
9. Generalidade	Oportunidades
10. Mercado	Custos
11. Comunicação	Riscos
12. Relacionamento usuário	Custos
13. Conformidade contratual	Oportunidades

Fonte: autoria própria.

Outro ponto, a ser esclarecido, é referente a fórmula de cálculo para avaliação do desempenho desses critérios e subcritérios. Com as definições de cada critério e subcritério, foram atribuídos para cada um, uma fórmula de cálculo ou uma estimativa do quanto desse item foi atingido e ou alcançado. A fórmula referida para estimativa,

a partir da resposta pelo decisor, pode variar desde um cálculo até uma sentença matemática.

Observando abaixo, a Tabela 5, utilizando novamente o item “1. Regularidade”, como exemplo, a relação de critério e subcritérios e a forma de cálculo de cada item a ser considerada na avaliação de desempenho.

Tabela 5 - Forma de cálculo do critério “1. Regularidade”

Critérios	Cálculo
1. Regularidade	como é avaliada a regularidade
1.1. Recepção e expedição de cargas	% (quantidade de carga recebida/quantidade de carga expedida) *100
1.1.1. Previsibilidade	% (quantidade de carga movimentada/quantidade de carga prevista para movimentação) *100
1.1.2. Agilidade	% (tempo despendido na movimentação de cargas/tempo previsto na movimentação de cargas) *100
1.1.3. Disponibilidade	% (insumo utilizado/insumo previsto) *100
1.1.4. Acessibilidade	como é avaliada a facilidade de acesso aos insumos
1.1.5. Confiabilidade	% (quanto das atividades são executadas de forma incorreta/quanto das atividades são executadas de forma correta) *100
1.1.5.1. Capacidade	% (quantidade dos insumos utilizados/quantidade de insumos previsto) *100
1.1.5.2. Sincronização	% (quantidade de processos executados/quantidade de processos planejados) *100
1.1.5.3. Sinalização	como é avaliada a sinalização no complexo de operação
1.1.5.4. Equipamentos	% (nº de equipamentos em operação/nº de equipamentos previstos na operação) *100
1.1.5.5. Comunicação	como é avaliada a comunicação na recepção e expedição
1.1.5.6. Segurança	como é avaliada a segurança na recepção e expedição

Fonte: autoria própria.

Com a definição e as considerações atribuídas a cada critério e subcritério, segue-se para o desenvolvimento do instrumento de coleta. O próximo subitem retrata essa progressão do modelo.

5.1.1. Obtenção e manuseio dos dados

Este subitem aborda o processo de coleta de dados juntamente com o desenvolvimento matemático. Ambos são encontrados condensados em uma mesma planilha eletrônica nativa do *Microsoft Excel*.

Esse recurso permite armazenar e manipular os dados recolhidos de forma prática e organizada, possibilitando a realização dos cálculos matemáticos de forma integrada.

Passou-se a adotar a denominação de *Dashboard*, pois a mesma planilha que recebe os dados do usuário, também realiza as apurações e mostra os resultados na tela. Com isso, melhora a interação com o usuário e mostrando a utilidade do modelo.

O *Dashboard* é composto por trezentas e vinte e três guias. Dentre elas, tem-se cento e quarenta e sete folhas referentes a avaliação de desempenho, também se atribui cento e trinta e quatro guias destinadas ao julgamento das alternativas segundo o Método ANP. Ainda, tem-se trinta e quatro folhas destinadas ao cálculo e demonstração dos resultados encontrados.

Além disso, encontra-se outras guias destinadas a instruir o usuário no manuseio da planilha, de modo a facilitar sua integração. Algumas folhas encontram-se ocultas ao usuário final, estas realizam suas atividades e permanecem ocultas. A seguir será demonstrado um passo a passo da utilização do *Dashboard*.

5.1.1.1. Interface inicial

A interface inicial disponibilizada ao usuário logo na abertura da planilha contém três guias. Sendo elas: a capa de apresentação, a aba destinada as orientações de manuseio do *Dashboard* e a tela referente inicial.

A interação entre as telas apresentadas no painel ocorre por meio de botões de navegação disponíveis em cada uma delas. Pode ser observado nas Figuras 8, 9 e 10 as telas iniciais do painel desenvolvido.

Na Figura 8 é visualizada a capa de apresentação do *Dashboard*. Tem-se um cabeçalho de identificação da Universidade Federal do Rio Grande – FURG e do Laboratório de Estudos e Pesquisa em Metodologia de Sistemas de Apoio à Decisão – LabSADi, onde se deu o desenvolvimento do trabalho.

Ainda, na parte de baixo da Figura 8, apresenta-se o botão de navegação inicial do *Dashboard*. Quando este for acionado, parte-se para a tela seguinte, descrita na Figura 9.

Figura 8 - Capa de apresentação do *Dashboard*



Fonte: autoria própria.

Já na Figura 9, são mostradas as principais orientações disponibilizadas ao cliente para utilização da planilha. Nesta, constam as informações de como o *Dashboard* pode auxiliar o decisor na obtenção dos resultados propostos.

A partir da Figura 9, pode ser observado como cada parte da planilha possui comandos auxiliares, por exemplo: o Perfil de Desempenho que tem por objetivo avaliar o desempenho atual de um terminal portuário por meio dos critérios pré-estabelecidos. Ainda, a possibilidade de interação do usuário na guia de dados por meio da avaliação de até três alternativas disponíveis. Ou ainda, por meio dos julgamentos dessas alternativas, consegue-se avaliá-las por meio do Método ANP e obter os resultados gráficos disponíveis.

Além dessas informações, na parte inferior da Figura 9, aparece os ícones ilustrativos de como ocorre a navegação entre as guias desse protótipo. Juntamente, aparece a indicação de como o usuário pode prosseguir para a próxima tela por meio

do botão Início. Ao acionar este comando, o usuário é direcionado a tela representada na Figura 10, descrita a seguir.

Figura 9 - Orientações de manuseio do *Dashboard*



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PESQUISA EM METODOLOGIA DE SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO - LabSADi



Nessa planilha você pode:

Perfil de Desempenho	Avaliar o desempenho atual do terminal por meio do Perfil de Desempenho e acessar um resultado gráfico;
Dados	Definir a qualidade das alternativas a serem avaliadas;
Julgamentos	Avaliar até três alternativas de prestadores de serviços por meio do método <i>Analytic Network Process</i> , além de observar graficamente o resultado;
Resultados	

Ao longo da navegação você encontrará alguns símbolos para facilitar a interação do usuário:



Fonte: autoria própria.

Figura 10 - Tela de entrada de processo do *Dashboard*



Fonte: autoria própria.

Na Figura 10, apresentada anteriormente, mostra-se ao utilizador cinco botões de interação possíveis de serem acessados por meio de um *click*. Mas, há a possibilidade de voltar a tela de informação, caso reste alguma dúvida, por meio da seta presente na parte inferior esquerda da tela.

Como mencionado, o modelo proposto possibilita ao usuário fazer a avaliação de alternativas, podendo inseri-las no *Dashboard* por meio do acesso do botão “Dados”. Além disso, o usuário pode medir o desempenho atual do terminal via “Perfil de Desempenho”. Ainda, o cliente pode apreciar as alternativas através da metodologia multicritério pelo acesso dos “Julgamentos”.

Somando-se a essas possíveis intervenções do usuário, tem-se o acesso por meio do botão de “Resultados”, onde apresenta-se as repostas por meio de painéis gráficos desse *Dashboard*. Também, oportuniza-se ao usuário a visualização das guias da planilha eletrônica destinadas aos cálculos, via “Ambiente de cálculo”.

Com isso, o usuário pode acessar o protótipo como melhor lhe convier. Aconselha-se ao usuário familiarizar-se com os critérios e subcritérios presentes nesse modelo, por meio do botão de acesso de “Dados”. A seguir, descreve-se os

passos de utilização da planilha, a fim de esclarecer ao usuário como auxiliar sua interação e tornar sua experiência conveniente.

5.1.1.2. Perfil de Desempenho

Ao acessar o botão do Perfil de Desempenho, visto na Figura 10, disposta anteriormente, segue-se para a tela de informações das escalas. O usuário tem a possibilidade de visualizar a tela de informações a respeito das escalas de avaliação disponíveis para melhor procedimento em suas escolhas. A Figura 11 a seguir traz essa referência.

A Figura 11 é composta pelas informações das escalas utilizadas para avaliação dos indicadores de desempenho levantados junto aos decisores, também chamados de critérios-chave e subcritérios. O intervalo de escalas assemelha-se ao tipo da escala Likert, determinado para as análises do gestor, conforme se vê na Tabela 6.

Tabela 6 - Escalas de referência

Nível de referência	Nível de impacto	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4
Bom	N5	91% a 100%	Excelente	Alta frequência	Muito rápido
	N4	81% a 90%	Boa	Frequentemente	Rápido
Regular	N3	71% a 80%	Moderada	Ocasionalmente	Normal
	N2	61% a 70%	Suficiente	Raramente	Demorado
	N1	≤60%	Insuficiente	Nunca	Muito demorado

Fonte: autoria própria.

A Tabela 6 constitui-se de cinco colunas, constando o nível de referência, o nível de impacto e os quatros tipos de escalas consideradas para os subcritérios. A tabela apresentada tem a intenção de exemplificar as considerações qualitativas para avaliação dos itens de estudo.

Assim, na primeira coluna tem-se o nível de referência, sinalizando ao decisor os níveis considerados “Bom” e “Regular” da escala. Já a segunda coluna, trata dos níveis de impacto, estes variando de N5 até N1. Em que o N5 representa a maior pontuação e a melhor avaliação, enquanto que o N1 é entendido como a menor pontuação e o pior desempenho.

Figura 11 - Informações escalas de avaliação do Perfil de Desempenho



FURG

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PESQUISA EM METODOLOGIA DE SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO - LabSADi



LabSADi

Perfil de Desempenho

Para avaliar o desempenho atual do terminal, você irá se deparar com quatro possibilidades de escalas, são elas:

Nível de referência	Nível de impacto	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4
	N5	91% a 100%	excelente	alta frequência	muito rápido
bom	N4	81% a 90%	boa	frequentemente	rápido
	N3	71% a 80%	moderada	ocasionalmente	normal
regular	N2	61% a 70%	suficiente	raramente	demorado
	N1	≤ 60%	insuficiente	nunca	muito demorado

Valor atribuído	
N5	5
N4	4
N3	3
N2	2
N1	1

Escala 1 - > quanto desse item está alcançando o objetivo

Escala 2 - > quanto desse item é

Escala 3 - > qual a frequência de ocorrência desse item

Escala 4 - > quão ágil é atingido o objetivo

Por exemplo:

Ao escolher o nível "excelente", você está atribuindo 5 pontos para este item.



Anterior

Próximo



Fonte: autoria própria.

Os quatro tipos de escalas apresentadas na Tabela 6 foram construídas a fim de representar de forma condizente os itens avaliados. A diversidade de critérios/subcritérios que variam desde a operacionalização, passando pela eficiência de execução, além da segurança, dos preços ofertados, e a transparência nos processos dificulta a utilização de uma escala única.

A Escala 1, vista na Tabela 6, foi escolhida para avaliar subitens quantitativos, posto que se pode estimar por meio de cálculos. Para essa escala de satisfação de porcentagem, tem-se como exemplo, a “1.1.5.1. Capacidade” definida como a disponibilidade de insumos referente ao critério-chave “1. Regularidade” e aos subcritérios “1.1. Recepção e expedição de cargas” e a “1.1.5. Confiabilidade”.

Para a solvência do subcritério “1.1.5. Confiabilidade” quando se questiona o quanto é satisfeito do ponto de vista do decisor. É sugerido ao decisor, realizar o cálculo da fração da quantidade dos insumos utilizada dividida pela quantidade de insumos prevista e multiplicando-se o resultado pelo valor 100, a fim de obter o resultado em porcentagem. Dessa forma, tem-se um valor adequado à avaliação do subitem para a referida Escala 1, visto que essa escala varia do N5 entre 91% a 100% ao N1 $\leq$ 60%.

Logo, pode-se compreender a necessidade de diversificar as escalas conforme o item avaliado devido às características específicas que cada um oferece. Além disso, alguns dos itens possuem um grau de subjetividade que se torna significativo para mensuração através das escalas sugeridas.

Um exemplo a ser citado refere-se ao subcritério “9.4. Impessoalidade” referente ao critério-chave “9. Generalidade” em que se mede o nível de profissionalismo dos colaboradores por meio da Escala 2. No entanto, essa escala varia do nível mais alto, N5, tido como excelente e até o N1, mais baixo, tido como insuficiente para as condições avaliadas.

Entre outros itens avaliados pela Escala 2, pode-se citar os critérios-chave: “1. Regularidade”, “2. Atualidade”, “3. Continuidade”, “4. Eficiência”, “5. Segurança”, “6. Modicidade”, “7. Sustentabilidade”, “8. Transparência”, “9. Generalidade”, “10. Mercado”, “11. Comunicação”, “12. Relacionamento com usuário”, “13. Conformidade contratual”.

Outra característica de escala atribuída aos elementos é o tipo Escala 3, exemplificado na Tabela 6, que se refere à frequência com que ocorrem as situações

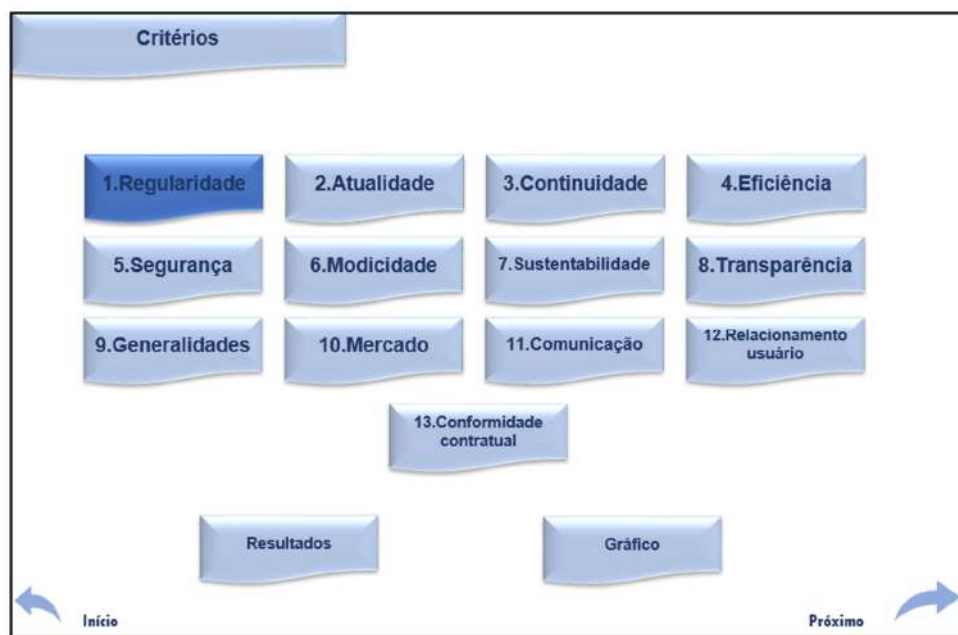
questionadas, como pode-se observar no elemento Preventiva (subitem 3.2.1.), que faz referência ao subcritério de “3.2. Manutenção” do critério-chave “3. Continuidade”.

Nesse exemplo, a Manutenção Preventiva define-se como reparos que devem ser realizados. Logo, cabe ao decisor fazer a avaliação da frequência com que esses reparos sejam executados. Esta escala varia desde a “alta frequência”, referindo-se ao N5 até o nível mais baixo ou N1, definido por “nunca”.

Já para o tipo de Escala 4 referido na Tabela 6, nota-se a possibilidade de opinar conforme a rapidez de execução dos processos. Nessa escala, são visualizados o nível mais alto, correspondente a “muito rápido” no N5 e o nível mais baixo como “muito demorado” no N1.

Após o entendimento do funcionamento das escalas, o decisor pode prosseguir, através da seta disponível na Figura 11, canto inferior direito. Com isso, será direcionado para iniciar a avaliação de desempenho dos indicadores, como se vê na Figura 12.

Figura 12 - Tela de transição do Perfil de Desempenho



Fonte: autoria própria.

Conforme apresentado na Figura 12, avista-se a tela de transição para início da avaliação do perfil atual do terminal portuário. Nessa tela, pode-se perceber os

critérios-chave a serem avaliados, além de possibilitar o acesso aos resultados descritos e também ao resultado gráfico por meio de botões interativos.

A partir das setas de navegação, na parte inferior da Figura 12, o cliente pode voltar à tela de explicação das escalas, acionando a situada na esquerda. Ao acionar a seta da direita, este será direcionado a dar início a avaliação do desempenho dos indicadores, visto na Figura 13.

A etapa do perfil avaliado possui cento e trinta e uma telas destinadas à análise dos subcritérios pelo usuário. Da mesma forma que se vê na Figura 13, as demais repetem-se com o avanço desse processo.

Nessa Figura 13, nota-se como cabeçalho o subcritério, intitulado como principal, em meio a sequência fornecida pelos entrevistados. Pois, seguindo a hierarquia dos subcritérios, entende-se as relações existentes entre eles. Assim, nessa tela tem-se a avaliação do primeiro subcritério quanto ao alcance do seu objetivo.

Para o subcritério “1.1. Recepção e expedição de cargas” têm-se a sua descrição como “movimentação de cargas na infraestrutura concedida”. Já no seu entendimento de cálculo, pode-se analisar por meio da Equação (7):

$$\% \left(\frac{\text{quantidade de carga expedida}}{\text{quantidade de carga recebida}} \right) * 100 \quad (7)$$

Por meio da Equação (7), entende-se que valor de cargas recebidas seja maior que o valor de cargas expedidas. Assim, o resultado deve estar dentro da faixa designada pela Escala 1. Caso ocorra, de o valor ser superior a um, este terá atingido o valor máximo de 100%.

Esse mesmo modelo de tela, visto na Figura 13, irá se repetir para os demais itens avaliados. Nas telas seguintes, o cliente encontrará variações das descrições e das formas de cálculo para cada item, além das variações de escalas já exemplificadas, e dos questionamentos a respeito de se atingir o devido objetivo.

Conforme tem-se a evolução das observações, nota-se a intercorrência de telas intermediárias de transição entre os conjuntos de critérios-chave, como pode-se ver na Figura 14, mostrando-se assim a conclusão dos itens por meio do destaque dos botões correspondentes.

Figura 13 - Desempenho do subcritério 1.1. Recepção e expedição de cargas

Recepção e expedição de cargas

Descrição: movimentação de cargas na infraestrutura concedida

Cálculo: $\% (\text{quantidade de carga expedida} / \text{quantidade de carga recebida}) * 100$

Do seu ponto de vista, quanto do subitem 1.1. Recepção e expedição de cargas é atingido/satisfeito?

Nível de referência	Nível de impacto	Escala	Opção
	N5	91% a 100%	☐
bom	N4	81% a 90%	☒
	N3	71% a 80%	☐
regular	N2	61% a 70%	☐
	N1	≤ 60%	☐

Anterior
1 de 131
Próximo

Fonte: autoria própria.

Figura 14 - Tela de transição entre avaliações do Perfil de Desempenho

Critérios

✕

1.Regularidade

2.Atualidade

3.Continuidade

4.Eficiência

5.Segurança

6.Modicidade

7.Sustentabilidade

8.Transparência

9.Generalidades

10.Mercado

11.Comunicação

12.Relacionamento usuário

13.Conformidade contratual

Anterior
Próximo

Fonte: autoria própria.

Conforme se vê na Figura 14, o usuário pode acompanhar seu processo de conclusão da análise por meio da tela de transição presente a cada finalização de critério-chave. Nessa condição, a cor verde é atribuída ao botão concluído, na imagem representada pelos critérios “1. Regularidade”, “2. Atualidade” e “3. Continuidade”. Para indicar o próximo critério a ser avaliado, tem-se o destaque na cor azul mais escura, aqui representado pelo critério “4. Eficiência”.

Como é apresentado em telas anteriores, o usuário pode navegar pelos critérios por meio das setas indicadas, na parte inferior. A partir da seta da direita o usuário será direcionado aos subcritérios do item “4. Eficiência”. Caso o utilizador deseje voltar a tela inicial dos processos de avaliação, representado na Figura 14, deve-se acionar o ícone “X” no canto superior direito da tela.

Logo após a conclusão da etapa de análise do Perfil de Desempenho, apresenta-se ao utilizador a descrição escrita das suas considerações a respeito das avaliações dos indicadores, pois é de grande importância o decisor ter uma visão geral das suas escolhas ao longo desse processo, como se vê na Figura 15 apontada em seguida.

Nesse momento do *Dashboard*, visto na Figura 15, o usuário tem a possibilidade de visualizar o desempenho do terminal que está em análise conforme os indicadores pré-estabelecidos. O desempenho descrito é feito em duas telas seguidas a fim de contemplar todos os dados. Logo, avançando-se pela seta inferior direita, o usuário depara-se com o resultado gráfico, mostrado na Figura 16.

O gráfico apresentado na Figura 16 representa a média aritmética dos valores atribuídos a cada nível escolhido na devida escala. Com isso, fez-se o somatório dos valores e dividiu-se pelo número de itens totais de cada indicador. Dessa forma, resultando em um valor final para cada um dos treze indicadores principais avaliados. Por meio dessa representação, o decisor pode observar o comportamento do terminal avaliado.

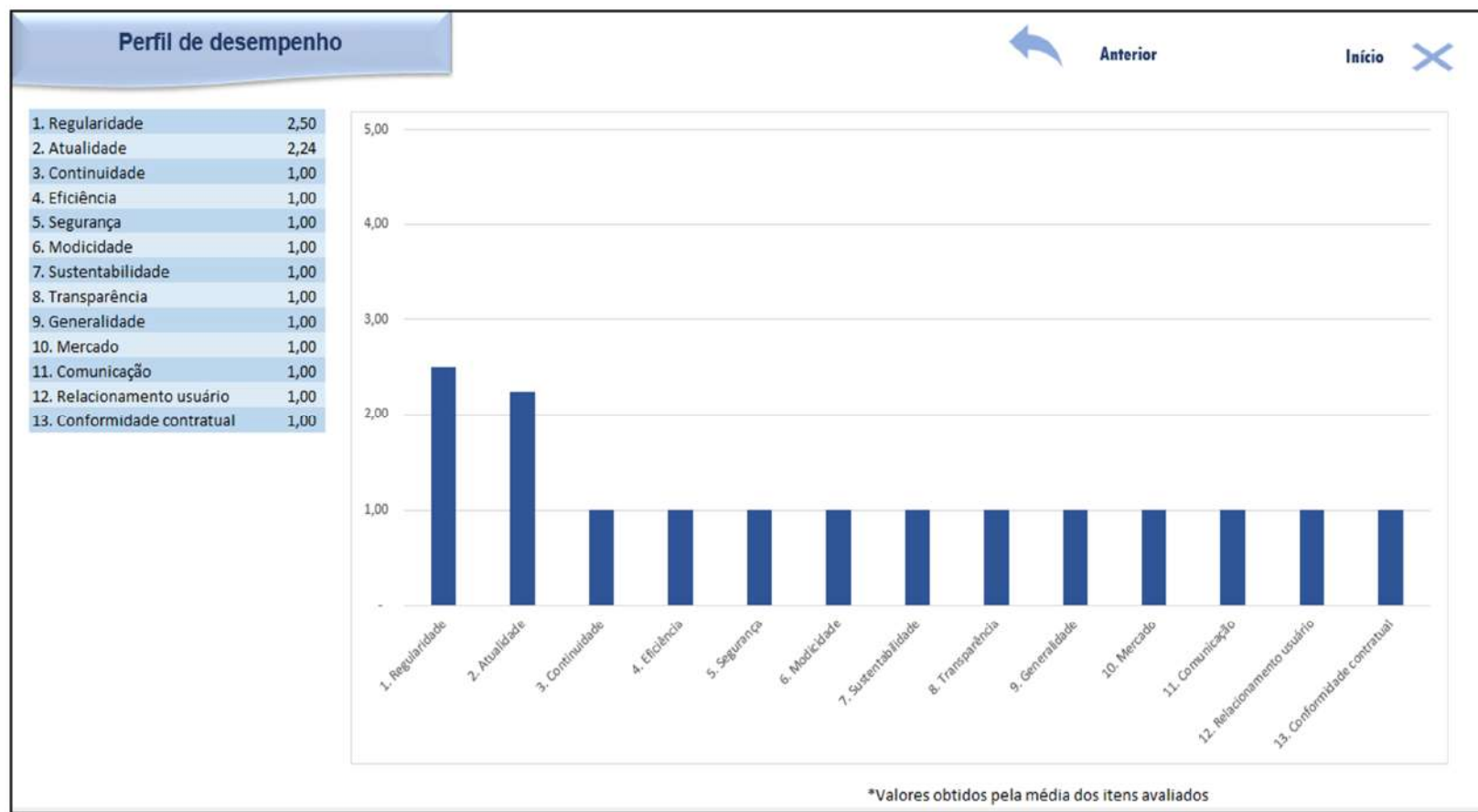
Com a apresentação do gráfico de desempenho na Figura 16, conclui-se a etapa de avaliação dos indicadores associados a realidade do terminal portuário observado. Ao seguir pela seta direcional, o cliente é direcionado a tela de início do Perfil de Desempenho, representada pela Figura 12, e assim, retornando a tela principal da Figura 10, por meio das setas de navegação.

Figura 15 - Descrição parcial do Perfil de Desempenho

Perfil de desempenho		 Anterior Próximo 			
1. Regularidade		2.2.2.3. Investimentos	≤ 60%	3.2.2.1.2. Agilidade	≤ 60%
1.1. Recepção e expedição de cargas	81% a 90%	2.2.3. Instalações	insuficiente	3.2.2.1.3. Insumos	≤ 60%
1.1.1. Previsibilidade	71% a 80%	2.2.3.1. Adequação à demanda	insuficiente	3.2.2.2. Instalações	insuficiente
1.1.2. Agilidade	≤ 60%	2.2.3.2. Capacidade	≤ 60%	3.2.2.2.1. Presteza	muito demorado
1.1.3. Disponibilidade	81% a 90%	2.2.3.3. Compatibilidade da infraestrutura	insuficiente	3.2.2.2.2. Agilidade	≤ 60%
1.1.4. Acessibilidade	boa			3.3. Operação sem interrupções	≤ 60%
1.1.5. Confiabilidade	81% a 90%	3. Continuidade		3.3.1. Horário	≤ 60%
1.1.5.1. Capacidade	71% a 80%	3.1. Treinamento de funcionários	insuficiente	3.3.2. Mão de Obra (OGMO)	insuficiente
1.1.5.2. Sincronização	71% a 80%	3.1.1. Abrangência de funcionários	insuficiente	3.3.3. Sazonalidade da movimentação	nunca
1.1.5.3. Sinalização	insuficiente	3.1.2. Regularidade	nunca	3.3.4. Intercorrências	nunca
1.1.5.4. Equipamentos	≤ 60%	3.1.3. Relevância temática	nunca	3.3.4.1. Omissão de atracações	nunca
1.1.5.5. Comunicação	insuficiente	3.1.4. Capacidade de resposta	muito demorado	3.3.4.2. Rolagem de cargas	nunca
1.1.5.6. Segurança	insuficiente	3.2. Manutenção	insuficiente	3.3.4.3. Intempéries	≤ 60%
		3.2.1. Preventiva	nunca		
2. Atualidade		3.2.1.1. Equipamentos	≤ 60%	4. Eficiência	
2.1. Capacitação de funcionários	≤ 60%	3.2.1.1.1. Plano de manutenção	insuficiente	4.1. Operacional	insuficiente
2.1.1. Abrangência de funcionários	excelente	3.2.1.1.2. Rotina de execução	insuficiente	4.1.1. Movimentação	≤ 60%
2.1.2. Regularidade	boa	3.2.1.1.3. Funcionamento	insuficiente	4.1.2. Pranchas	≤ 60%
2.1.3. Relevância temática	insuficiente	3.2.1.1.4. Conservação	insuficiente	4.1.3. Permanência de carga	≤ 60%
2.2. Modernização	insuficiente	3.2.1.2. Instalações	insuficiente	4.1.4. Tempos operacionais	≤ 60%
2.2.1. Técnicas	boa	3.2.1.2.1. Plano de manutenção	insuficiente	4.1.5. Ocupação de berços	≤ 60%
2.2.1.1. Procedimentos	moderada	3.2.1.2.2. Rotina de execução	insuficiente	4.1.6. Área	≤ 60%
2.2.1.2. Incorporação de novas tecnologias	excelente	3.2.1.2.3. Funcionamento	insuficiente	4.1.7. Capacidade	insuficiente
2.2.1.3. Otimização	boa	3.2.1.2.4. Conservação	insuficiente	4.2. Econômica e social	insuficiente
2.2.2. Equipamentos	moderada	3.2.2. Corretiva	insuficiente	4.2.1. Equilíbrio econômico financeiro	insuficiente
2.2.2.1. Obsolescência tecnológica	insuficiente	3.2.2.1. Equipamentos	insuficiente	4.2.2. Transferência de ganhos de eficiência para o usuário	insuficiente
2.2.2.2. Obsolescência temporal	insuficiente	3.2.2.1.1. Presteza	muito demorado	4.2.3. Redução de custos	insuficiente

Fonte: autoria própria.

Figura 16 - Gráfico do Perfil de Desempenho



Fonte: autoria própria.

5.1.1.3. Dados

O acesso a guia de dados ocorre por meio da tela representada na Figura 10 mostrada anteriormente. A partir do botão acessado, tem-se a apresentação da guia dos dados, conforme ilustra a Figura 17. Essa serve de base para as demais guias, visto que serve de alimentação com os principais elementos empregados nesse painel de controle.

Nesta guia base tem-se os números de referências dos critérios e subcritérios em sua primeira coluna. Na segunda coluna tem-se os próprios critérios e subcritérios estabelecidos. Além disso, em sua terceira coluna são apresentados os conceitos a eles atribuídos. Já na quarta coluna vislumbra-se a classificação BOCR elementos.

Já na coluna seguinte, tem-se a visualização do cálculo designado para cada item avaliado. Ainda, pode-se verificar o tipo de escala atribuída a cada elemento pela representação da unidade. Também é possível ao decisor qualificar as três alternativas a serem julgadas nesse modelo.

Visto que nas colunas das alternativas existe a ferramenta de lista de seleção ativada em cada célula, o decisor atribui os níveis representativos para cada elemento da alternativa de acordo com sua conveniência.

Após, ao rolar a tela até o fim da página, passando por todos os elementos de avaliação, o usuário depara-se com uma seta no canto inferior esquerda. Por meio dela, o decisor pode voltar a tela mostrada na Figura 10.

Figura 17 – Folha de entrada de Dados

Ref.	Crítérios	Considerações	Classificação BOCR	Cálculo	Unid.	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
1.	1. Regularidade	ocorrência com frequência contínua	Benefícios	como é avaliada a regularidade	excelência	boa	suficiente	insuficiente
1.1.	1.1. Recepção e expedição de cargas	movimentação de cargas na infraestrutura concedida	Benefícios	% (quantidade de carga expedida/quantidade de carga recebida)*100	percentual	91% a 100%	81% a 90%	≤ 60%
1.1.1.	1.1.1. Previsibilidade	planejamento de ações	Benefícios	% (quantidade de carga movimentada/quantidade de carga prevista para movimentação)*100	percentual	71% a 80%	61% a 70%	81% a 90%
1.1.2.	1.1.2. Agilidade	rapidez nos procedimentos	Benefícios	% (tempo despendido na movimentação de cargas/tempo previsto na movimentação de cargas)*100	percentual	91% a 100% 81% a 90% 71% a 80% 61% a 70% ≤ 60%	71% a 80%	≤ 60%
1.1.3.	1.1.3. Disponibilidade	previsibilidade dos insumos	Benefícios	% (insumo utilizado/insumo previsto)*100	percentual	81% a 90%	81% a 90%	81% a 90%
1.1.4.	1.1.4. Acessibilidade	facilidade de acesso aos insumos	Benefícios	como é avaliada a facilidade de acesso aos insumos	excelência	excelente	moderada	insuficiente

Fonte: autoria própria.

5.1.1.4. Julgamentos

Para acessar o conjunto de planilhas de julgamentos, o usuário deve dirigir-se a tela mostrada na Figura 10. Logo, tem-se acesso ao botão “Julgamentos”. Nesse, ao pressioná-lo, apresenta-se a tela de informações a respeito das escalas a serem atribuídas aos indicadores do *Dashboard*, como avista-se na Figura 18.

Na Figura 18 são apresentadas as informações referentes a Escala de Saaty adaptada ao protótipo desenvolvido. Na primeira coluna, tem-se como a escala é apresentada ao usuário e sua nomenclatura. Por meio de letras maiúsculas e minúsculas tenta-se expressar ao usuário uma identificação mais clara da representatividade dessa medição. Com as maiúsculas, chama-se mais atenção, em caixa alta, entendendo-se uma maior relevância de julgamento. Diferentemente ocorre com as minúsculas, em caixa baixa, destacando-se menos, aparentando uma menor importância.

Já na segunda coluna, vista na Figura 18, salienta-se ao decisor os valores correspondentes as escalas determinadas para o modelo. Dessa forma, visa-se demonstrar a representatividade de cada escolha e o seu impacto.

Ainda, conforme a terceira coluna ilustrada na Figura 18, se orienta o gestor por meio de explicações, como usar a escala disponibilizada. Por meio de exemplos, tem-se o intuito de facilitar a interação do utilizador do *Dashboard* com os referentes julgamentos.

Após a tela de orientações disponibilizada, o cliente deve se dirigir a seta de prosseguimento, vista no canto inferior direito da tela da Figura 18. Com isso, o usuário direciona-se a tela de início dos julgamentos, conforme observa-se na Figura 19.

Nesta figura apresenta-se ao usuário o botão para iniciar os julgamentos das alternativas disponíveis, nesse caso alternativa A, alternativa B e alternativa C. Cabe ao decisor definir quais alternativas quer avaliar no painel de gestão.

Figura 18 - Informações da Escala de Julgamentos



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PESQUISA EM METODOLOGIA DE SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO - LabSADi



Julgamentos

Para julgar o desempenho das alternativas, você irá se deparar com a escala a seguir:

Escala	Valor correspondente	-	>	Explicação
Não informado	0			Célula sem julgamento.
IAM - Importância Absoluta Maior	9			"O primeiro elemento é mais influente que o segundo, com o mais alto grau de certeza."
IMM - Importância Muito Maior	7			"O primeiro elemento é mais influente que o segundo, muito fortemente."
IM - Importância Maior	5			"O primeiro elemento é mais influente que o segundo, fortemente."
IPM - Importância Pouco Maior	3			"O primeiro elemento é mais influente que o segundo, levemente."
IGUAL IMPORTÂNCIA	1			"Os dois elementos contribuem igualmente."
ipm - importância pouco menor	1/3			"O segundo elemento é mais influente que o primeiro, levemente."
im - importância menor	1/5			"O segundo elemento é mais influente que o primeiro, fortemente."
imm - importância muito menor	1/7			"O segundo elemento é mais influente que o primeiro, muito fortemente."
iam - importância absoluta menor	1/9			"O segundo elemento é mais influente que o primeiro, com o mais alto grau de certeza."

*Caso os julgamentos não estejam consistentes, o usuário será convidado a retornar e revê-los.



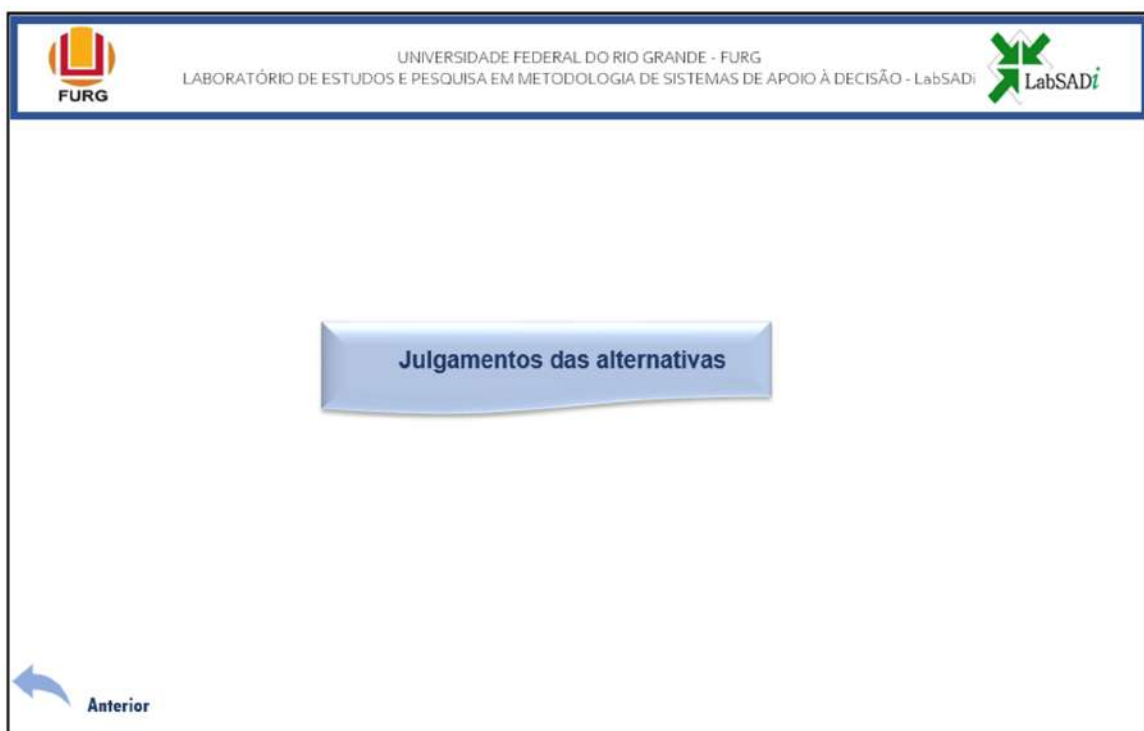
Anterior

Próximo



Fonte: autoria própria.

Figura 19 – Julgamento das alternativas



Fonte: autoria própria.

Ao acionar o botão de julgamento das alternativas, o decisor direciona-se para a tela de avaliação, como avista-se na Figura 20. Para exemplificação, escolheu-se o julgamento de três alternativas a fim de esclarecer suas particularidades, tendo-se em vista que se demonstra as diversas possibilidades do modelo.

A etapa de julgamentos divide-se em cinco momentos distintos, conforme explana-se nos itens a seguir, considerando-se a apreciação de três alternativas:

Ciclo 1 - avaliação dos indicadores - chave dentro dos *clusters* para cada alternativa (sequência das telas de 1 até 3 do modelo);

Ciclo 2 - avaliação dos indicadores - chave por meio da análise comparativa entre as alternativas (sequência das telas de 4 até 6 do modelo);

Ciclo 3 - avaliação dos subcritérios por meio da análise comparativa entre as alternativas (sequência das telas de 7 até 51 do modelo);

Ciclo 4 - avaliação dos subcritérios por meio da análise comparativa entre os subcritérios (sequência das telas de 52 até 105 do modelo);

Ciclo 5 - análise comparativa entre as alternativas disponíveis (telas 106 e 107 do modelo).

O primeiro ciclo de apreciação tem início com a Figura 17, onde ilustra o julgamento da alternativa A perante os indicadores-chave estabelecidos na construção do projeto, ou seja, os treze grupos de critérios pré-determinados. Assim, deve-se repetir os julgamentos para a alternativa B e a alternativa C.

O painel apresentado na Figura 17, traz uma sequência de questionamentos ao usuário referindo-se aos critérios e a alternativa A. Também, no lado direito da imagem apresenta-se o desempenho da alternativa A para cada critério a ser respondido.

Ao usuário, questiona-se: Quanto o critério “1. Regularidade” é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério: “4. Eficiência” / “7. Sustentabilidade”. Ocorre de forma semelhante para as demais avaliações ao longo da tela. Assim, espera-se que o gestor expresse seu posicionamento nos respectivos espaços destinados a isso.

Os questionamentos apresentados representam as relações dos *clusters* de critérios estabelecidos na fase de estruturação do protótipo. Dessa forma, entende-se as preferências do decisor diante desses grupos de elementos. Logo, segue-se pela seta direcional direita para as próximas telas de julgamentos das alternativas B e C.

As telas respectivas as alternativas B e C seguem o mesmo padrão de abordagem da Figura 20 apresentada. Com isso, passa-se a apresentação dos questionamentos seguintes. Este primeiro momento é composto por três telas de apreciação.

No segundo ciclo de julgamento, ilustrado na Figura 21, tem-se a análise comparativa entre as alternativas para cada indicador-chave. Nesta, apresenta-se o confronto entre os cenários A e B, levando-se em conta seu desempenho arbitrado previamente.

Semelhante ao ciclo anterior, utiliza-se os parâmetros definidos pela Escala de Saaty para apreciação dos quesitos. Da mesma forma que se apresentou nas informações de início da etapa julgamentos.

As próximas telas apresentadas ao usuário apontam os confrontos entre as alternativas A e C e alternativas B e C. O formato apresentado é semelhante ao da Figura 21. Seguindo-se pelas setas de navegação, avança-se para o chamado terceiro ciclo.

Neste ciclo, avalia-se a comparação das alternativas mais influentes de acordo com o subcritério proposto. Este ciclo é composto por quarenta e cinco telas,

passando pelos treze conjuntos de subcritérios e analisando as variações de confronto entre as alternativas A x B, entre as alternativas A x C e entre as alternativas B x C.

Na Figura 22 tem-se a ilustração do julgamento de subcritérios do conjunto “1. Regularidade”. Neste instante, tem-se a enumeração de todos os subcritérios do conjunto referido e se faz a avaliação da melhor alternativa para cada um desses itens. Conforme apresentado, deve-se atribuir a influência de cada elemento através da lista suspensa presente em cada célula correspondente da Escala de Saaty.

Após a conclusão do primeiro conjunto “1. Regularidade” nos três confrontos de alternativas, passa-se aos demais conjuntos. Novamente, esclarece-se que para cada conjunto repete-se a confrontação das alternativas até a conclusão do ciclo.

O próximo ciclo de julgamento a ser executado é o quarto. Nesse, analisa-se a influência dos subcritérios considerando cada alternativa. O ciclo quatro tem uma sequência de cinquenta e quatro telas, obedece a ordem de apresentações dos *clusters*.

A fim de tornar o processo mais interativo optou-se por apresentar este ciclo no formato matricial. Além disso, facilitando o entendimento do julgador visto que este é ciclo mais complexo apresentado.

Figura 20 - Ciclo 1 Julgamentos BOCR para alternativa

BOCR

Alternativa A

Critério	Satisfação
1. Regularidade	boa
2. Atualidade	excelente
3. Continuidade	excelente
4. Eficiência	excelente
5. Segurança	excelente
6. Modicidade	excelente
7. Sustentabilidade	excelente
8. Transparência	excelente
9. Generalidade	excelente
10. Mercado	excelente
11. Comunicação	excelente
12. Relacionamento usuário	excelente
13. Conformidade contratual	excelente

Quanto o critério	1. Regularidade	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
4. Eficiência	ipm - importância pouco menor	7. Sustentabilidade
		iam - importância absoluta menor
Quanto o critério	4. Eficiência	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
7. Sustentabilidade	im - importância menor	
Quanto o critério	3. Continuidade	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
8. Transparência	imm - importância muito menor	13. Conformidade contratual
9. Generalidade	iam - importância absoluta menor	im - importância menor
Quanto o critério	8. Transparência	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
9. Generalidade	IM - Importância Maior	13. Conformidade contratual
		IM - Importância Maior
Quanto o critério	9. Generalidade	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
13. Conformidade contratual	IM - Importância Maior	
Quanto o critério	2. Atualidade	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
6. Modicidade	imm - importância muito menor	12. Relacionamento usuário
10. Mercado	IM - Importância Maior	imm - importância muito menor
Quanto o critério	6. Modicidade	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
10. Mercado	IM - Importância Maior	12. Relacionamento usuário
		imm - importância muito menor
Quanto o critério	10. Mercado	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
12. Relacionamento usuário	iam - importância absoluta menor	
Quanto o critério	5. Segurança	é mais influente, considerando a alternativa A, que o seguinte critério:
11. Comunicação	imm - importância muito menor	

Anterior

1 de 107

Próximo

Fonte: autoria própria.

Figura 21 - Ciclo 2 Comparativo de alternativas por indicador-chave

BOCR				
Critério	Unid.	Alternativa A	Alternativa B	Quanto a alternativa A é mais influente que a alternativa B para este critério?
1. Regularidade	excelência	boa	suficiente	imm - importância muito menor
2. Atualidade	excelência	excelente	moderada	IPM - Importância Pouco Maior
3. Continuidade	excelência	excelente	moderada	IM - Importância Maior
4. Eficiência	excelência	excelente	moderada	ipm - importância pouco menor
5. Segurança	excelência	excelente	moderada	imm - importância muito menor
6. Modicidade	excelência	excelente	moderada	IPM - Importância Pouco Maior
7. Sustentabilidade	excelência	excelente	moderada	IM - Importância Maior
8. Transparência	excelência	excelente	moderada	ipm - importância pouco menor
9. Generalidade	excelência	excelente	moderada	imm - importância muito menor
10. Mercado	excelência	excelente	moderada	IPM - Importância Pouco Maior
11. Comunicação	excelência	excelente	moderada	IM - Importância Maior
12. Relacionamento usuário	excelência	excelente	moderada	ipm - importância pouco menor
13. Conformidade contratual	excelência	excelente	moderada	imm - importância muito menor
				IMM - Importância Muito Maior IM - Importância Maior IPM - Importância Pouco Maior IGUAL IMPORTÂNCIA ipm - importância pouco menor im - importância menor imm - importância muito menor iam - importância absoluta menor

Fonte: autoria própria.

Figura 22 - Ciclo 3 Comparativo entre alternativas por subcritérios

Regularidade				
Critério	Unid.	Alternativa A	Alternativa B	Quanto a alternativa A é mais influente que a alternativa B para este critério?
1.1. Recepção e expedição de cargas	percentual	91% a 100%	81% a 90%	IPM - Importância Pouco Maior
1.1.1. Previsibilidade	percentual	71% a 80%	61% a 70%	imm - importância muito menor
1.1.2. Agilidade	percentual	71% a 80%	71% a 80%	IMM - Importância Muito Maior
1.1.3. Disponibilidade	percentual	81% a 90%	81% a 90%	IMM - Importância Muito Maior
1.1.4. Acessibilidade	excelência	excelente	moderada	ipm - importância pouco menor
1.1.5. Confiabilidade	percentual	71% a 80%	71% a 80%	imm - importância muito menor
1.1.5.1. Capacidade	percentual	91% a 100%	71% a 80%	IPM - Importância Pouco Maior
1.1.5.2. Sincronização	percentual	91% a 100%	71% a 80%	imm - importância muito menor
1.1.5.3. Sinalização	excelência	excelente	moderada	IMM - Importância Muito Maior
1.1.5.4. Equipamentos	percentual	91% a 100%	71% a 80%	IMM - Importância Muito Maior
1.1.5.5. Comunicação	excelência	excelente	moderada	ipm - importância pouco menor
1.1.5.6. Segurança	excelência	excelente	moderada	im - importância menor

IMM - Importância Muito Maior
IM - Importância Maior
IPM - Importância Pouco Maior
IGUAL IMPORTÂNCIA
ipm - importância pouco menor
im - importância menor
imm - importância muito menor
iam - importância absoluta menor

Anterior
7 de 107
Próximo

Fonte: autoria própria.

Na Figura 23 apresenta-se a análise realizada para os subcritérios do item “1. Regularidade” para avaliação da alternativa A em moldes matriciais. Neste ciclo avalia-se a influência do subcritério visto na linha comparado a influência do subcritério atribuído a coluna para a alternativa analisada.

Somando-se a isso, na Figura 23, observa-se na lateral esquerda os subcritérios do critério “1. Regularidade” assim como são apresentados nas colunas seguintes da estrutura. A primeira coluna representando os subcritérios em linha e a numeração das colunas na parte superior a fim de facilitar o procedimento de análise. Bem como, tem-se a ilustração do comportamento da alternativa a ser julgada na parte inferior.

Dessa forma, tem-se a comparação par a par dos subcritérios para cada cenário apresentado. Com isso, entende-se que para os elementos iguais a sua importância é igual conforme a escala utilizada.

Além disso, compreende-se não haver necessidade de comparação das células em branco da estrutura, visto que estes elementos se repetem aos analisados na parte superior. E resguardando-se as particularidades do método a ser empregado estas células irão receber os valores recíprocos daqueles avaliados.

Após a conclusão dessa tela, passa-se a avaliação das alternativas B e C, apresentadas nos mesmos moldes da Figura 23. Com isso, segue-se pelas setas direcionais para a sequência de avaliação dos demais subcritérios.

As avaliações seguintes procedem na mesma lógica apresenta nas figuras anteriores. As possíveis mudanças observadas referem-se à disposição dos itens avaliados no *layout* da estrutura.

Ainda, na etapa de julgamentos, tem-se o ciclo de número cinco este referindo-se a análise entre as alternativas. Neste ciclo, observa-se a influência de uma alternativa comparada a outra para um cenário de alternativa A, alternativa B e alternativa C.

Figura 23 - Ciclo 4 Comparativo entre subcritérios por alternativas

BOCR		Comparando o critério "Linha" e o critério "Coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa A?										
	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10	Coluna 11	Coluna 12
Linha	1.1. Recepção e expedição de cargas	1.1.1. Previsibilidade	1.1.2. Agilidade	1.1.3. Disponibilidade	1.1.4. Acessibilidade	1.1.5. Confiabilidade	1.1.5.1. Capacidade	1.1.5.2. Sincronização	1.1.5.3. Sinalização	1.1.5.4. Equipamentos	1.1.5.5. Comunicação	1.1.5.6. Segurança
1.1. Recepção e expedição de cargas	1	portância Absolu	Importância Man	portância pouco	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.1. Previsibilidade	-	1	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.2. Agilidade	-	-	1	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.3. Disponibilidade	-	-	-	1	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.4. Acessibilidade	-	-	-	-	1	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5. Confiabilidade	-	-	-	-	-	1	portância Absolu	portância Absolu	portância Absolu	IAM - Importância	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.1. Capacidade	-	-	-	-	-	-	1	portância Absolu	portância Absolu	IMM - Importância	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.2. Sincronização	-	-	-	-	-	-	-	1	portância Absolu	IM - Importância	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.3. Sinalização	-	-	-	-	-	-	-	-	1	IPM - Importância	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.4. Equipamentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IGUAL IMPORTÂNCIA	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.5. Comunicação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ipm - importância	portância Absolu	portância Absoluta M
1.1.5.6. Segurança	-	-	-	-	-	-	-	-	-	im - importância n	portância Absolu	portância Absoluta M
										imm - importância	portância Absolu	portância Absoluta M

Alternativa A			
1.1. Recepção e expedição de	91% a 100%	1.1.5.1. Capacidade	91% a 100%
1.1.1. Previsibilidade	71% a 80%	1.1.5.2. Sincronização	91% a 100%
1.1.2. Agilidade	71% a 80%	1.1.5.3. Sinalização	excelente
1.1.3. Disponibilidade	81% a 90%	1.1.5.4. Equipamentos	91% a 100%
1.1.4. Acessibilidade	excelente	1.1.5.5. Comunicação	excelente
1.1.5. Confiabilidade	71% a 80%	1.1.5.6. Segurança	excelente

Fonte: autoria própria.

Na Figura 24 pode-se visualizar a matriz das comparações de alternativas. Neste ciclo tem-se apenas uma tela para avaliação de três alternativas. Cabe ressaltar que para a avaliação de duas alternativas tem-se, da forma, apenas uma tela destinada a essa avaliação. Porém, quando se trata da avaliação de uma alternativa, essa torna-se desnecessária, visto que se tem apenas uma opção de resposta.

Figura 24 - Ciclo 5 Comparativo entre alternativas por alternativas

BOCR

Comparando a alternativa "linha" e a alternativa "coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa A?

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Linhas	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1	IAM - Importância Absoluta Maior	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa B	-	1	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa C	-	-	1

Comparando a alternativa "linha" e a alternativa "coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa B?

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Linhas	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1	IAM - Importância Absoluta Maior	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa B	-	1	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa C	-	-	1

Comparando a alternativa "linha" e a alternativa "coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa C?

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Linhas	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Alternativa A	1	IAM - Importância Absoluta Maior	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa B	-	1	IAM - Importância Absoluta Maior
Alternativa C	-	-	1

←
Anterior
X

107 de 107

Fonte: autoria própria.

Na Figura 24 mostra-se três estruturas em formato matricial para cada avaliação de alternativa A, B e C. Assim, se faz a comparação entre essas e obtém-se a opinião do decisor da mesma forma que foi realizada no ciclo quatro, ou seja, pela comparação entre linhas e colunas.

Semelhante ao ciclo quatro tem-se a atribuição das células da diagonal principal, destacando-se a igualdade de importância dos elementos. Ainda, as células limpas não recebem atribuição do decisor.

Ao final deste ciclo, o decisor tem a possibilidade voltar as telas anterior por meio das setas direcionais. Ou ainda, ele pode seguir para observação dos resultados

pelo acesso da tela destaca na Figura 10 de início, a partir do “X” localizado no canto inferior direito do painel. A seção de resultados será apresentada no item 5.1.1.6. deste trabalho.

No próximo subitem tem-se explanação de como se deu a integração da planilha com a programação matemática e demais elementos constantes.

5.1.1.5. Intervenção matemática-computacional

Neste subitem descreve-se os recursos computacionais e procedimentos matemáticos aplicados ao painel eletrônico resultante desta pesquisa. Dessa forma, visa-se elucidar os principais facilitadores e as técnicas do método ANP aplicadas na obtenção dos resultados.

Visto que se elaborou o *Dashboard* em um ambiente *Microsoft Excel* este possui algumas vantagens ao desenvolvedor. Pois, além de propiciar a criação de telas ilustrativas, também propicia a integração computacional através da linguagem *Visual Basic*, conhecida como VBA.

Com a construção do painel de gestão, necessitou-se dinamizar o processo de interação entre as folhas. Assim, se fez uso de algumas macros do VBA com a intenção de diminuir o volume de dados a serem processados, diminuindo o tempo de execução da planilha.

A fim de obter-se um painel livre de interferências visuais na apresentação do protótipo, utilizou-se um fragmento de linguagem computacional aplicada ao VBA da planilha eletrônica. A sub-rotina aplica-se a todas as folhas desse painel de indicadores, conforme observa-se na Figura 25.

Nessa sub-rotina tem-se comandos para ocultar as ferramentas de cabeçalho da planilha, além de ocultar as guias constituintes do modelo. Essa também possui comandos para ativar a função tela cheia (*full screen*) e ocultar linhas de grade que estejam presentes. Podendo ainda, renomear o cabeçalho da janela do *software* na parte superior, neste caso, trocando “Excel” por “ANP”.

Na parte superior da Figura 25, tem-se uma sequência de linhas de comando responsáveis pela descaracterização da tela de execução do *Excel*, dando uma aparência de painel eletrônico. Figuras 26 e 27 tem-se o comparativo entre as telas do modelo a fim de ilustrar a execução da sub-rotina em VBA.

Na Figura 26 ilustra-se a apresentação de uma tela de julgamentos sem a aplicação do *script*, ou seja, a apresentação da interface original do *Excel*. Já na Figura 27, mostra-se a mesma tela vista na Figura 26 com a aplicação da sub-rotina ao painel de indicadores.

Dessa forma, pode-se perceber as visíveis diferenças na apresentação ao usuário. Assim, nota-se que a apresentação se torna mais limpa, evitando distrações do usuário. Uma vez que o Dashboard contemplará todas as interações a serem realizadas pelo cliente, não necessitando de interações com as demais ferramentas ofertadas na planilha eletrônica.

Figura 25 - *Script* VBA de ajuste da interface

```
Private Sub Workbook_Open()  
ActiveWorkbook.Sheets("Capa").Activate  
Application.DisplayFullScreen = True  
Application.DisplayFormulaBar = False  
ActiveWindow.DisplayWorkbookTabs = False  
    With Application  
        .ScreenUpdating = False  
        .EnableEvents = False  
        .ExecuteExcel4Macro "SHOW.TOOLBAR(\"\"Ribbon\"\", False)"  
        .DisplayFormulaBar = False  
        .DisplayStatusBar = False  
        .Caption = "ANP"  
    With ActiveWindow  
        .DisplayHorizontalScrollBar = False  
        .DisplayVerticalScrollBar = False  
        .DisplayWorkbookTabs = False  
        .DisplayHeadings = False  
        .DisplayGridlines = False  
    End With  
    End With  
End Sub
```

Fonte: autoria própria.

Caso o usuário precise utilizar algum recurso das ferramentas, pode-se pressionar no teclado a tecla "Esc". Assim, o sistema volta a apresentar o cabeçalho de acessórios. Porém, a descaracterização ocorrerá apenas ao reiniciar a planilha.

Adicionando-se a isso, tem-se a necessidade de aplicar outros códigos VBA ao *Dashboard*, pois se entende que a planilha deve ter agilidade em seu processo de interação. Assim, atribui-se macros para a navegação entre as guias desse painel eletrônico.

Figura 26 - Painel sem aplicação da sub-rotina VBA

Dashboard - Microsoft Excel

Comparando o critério "Linha" e o critério "Coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa B?

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5
7.1. Licenciamento Ambiental	1	1	1	1	1
7.2. Respeito ao meio ambiente	1	1	1	1	1
7.3. Higiene e limpeza	1	1	1	1	1
7.4. Norma 2190 - Retirada de resíduos de embarcação	1	1	1	1	1
7.5. Norma 2239 - Trânsito de cargas perigosas	1	1	1	1	1

Alternativa B

7.1. Licenciamento Ambiental	moderada
7.2. Respeito ao meio ambiente	moderada
7.3. Higiene e limpeza	moderada
7.4. Norma 2190 - Retirada de resíduos de embarcação	moderada
7.5. Norma 2239 - Trânsito de cargas perigosas	moderada

Fonte: autoria própria.

Figura 27 - Painel com aplicação sub-rotina VBA

Dashboard - ANP

Comparando o critério "Linha" e o critério "Coluna", qual é o mais influente, para a Alternativa B?

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5
7.1. Licenciamento Ambiental	1	1	1	1	1
7.2. Respeito ao meio ambiente	1	1	1	1	1
7.3. Higiene e limpeza	1	1	1	1	1
7.4. Norma 2190 - Retirada de resíduos de embarcação	1	1	1	1	1
7.5. Norma 2239 - Trânsito de cargas perigosas	1	1	1	1	1

Alternativa B

7.1. Licenciamento Ambiental	moderada
7.2. Respeito ao meio ambiente	moderada
7.3. Higiene e limpeza	moderada
7.4. Norma 2190 - Retirada de resíduos de embarcação	moderada
7.5. Norma 2239 - Trânsito de cargas perigosas	moderada

Fonte: autoria própria

Na Figura 28 elucida-se algumas das macros utilizadas para direcionamento do usuário, por meio dos botões, até as guias designadas no protótipo. Como exemplo, pode-se explicar que o comando deve conter a guia que está inserido o botão e para qual deve ser dirigido, após o *click*. Isso, por meio do comando de seleção da guia, Sheet ("nome da guia"). Select.

Ainda, pode-se usufruir de um artifício para diminuir a interferência do tempo de atraso (*delay*) da atualização de tela do software. Esse recurso avista-se na Figura 28, nas linhas 2 e 5 enumeradas na primeira macro.

Figura 28 - Macros atribuídas aos botões específicos

```
1 Sub Botão_info()  
2     Application.ScreenUpdating = False  
3     folha = "Capa"  
4     Sheets("Info").Select  
5     Application.ScreenUpdating = True  
6 End Sub  
  
Sub Botão_inicio()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    folha = "Info"  
    Sheets("Início").Select  
    Application.ScreenUpdating = True  
End Sub  
  
Sub Botão_Perfil_desempenho()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    folha = "Início"  
    Sheets("IO1").Select  
    Application.ScreenUpdating = True  
End Sub
```

Fonte: autoria própria.

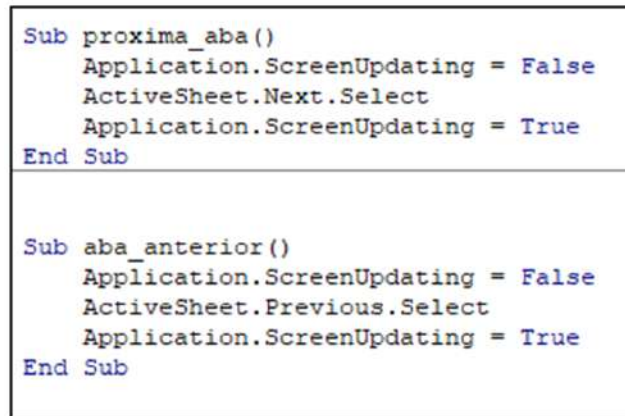
Na Figura 28 tem-se a demonstração dos códigos utilizados para os botões de inicialização da planilha eletrônica. A parte superior da figura é designado ao botão “Click aqui para iniciar” constante na tela de abertura (Figura 8) direcionando para a tela de orientações de utilização do *Dashboard* (Figura 9).

Abaixo desse, tem-se a atribuição feita ao botão “Início” presente na tela mostrada em seguida, destinada as informações iniciais (Figura 9) passando-se a tela de opções (Figura 10). Já na parte inferior, tem-se a ilustração da macro utilizada para

acessar o botão “Perfil de Desempenho” (Figura 10) conduzindo o usuário a tela de informações de avaliação dos indicadores (Figura 11).

Outros exemplos de macros utilizadas no painel de indicadores são as destinadas a navegação entre as folhas. Pois tem-se dois tipos de *scripts* associados as setas direcionais. Estes encontram-se representados na Figura 29.

Figura 29 - Macros de navegação entre folhas consecutivas



```
Sub proxima_aba()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    ActiveSheet.Next.Select  
    Application.ScreenUpdating = True  
End Sub  
  
Sub aba_anterior()  
    Application.ScreenUpdating = False  
    ActiveSheet.Previous.Select  
    Application.ScreenUpdating = True  
End Sub
```

Fonte: autoria própria.

Na parte superior da Figura 29 observa-se o *script* destinado a passar para a folha seguinte quando associada a um elemento. Assim, essa macro foi vinculada a seta inferior direita, como observa-se na Figura 27. Ao ser acionada, segue-se para a próxima guia do painel.

Todavia, na parte inferior da Figura 29 tem-se a codificação referente ao acesso da guia anterior. Essa macro, também se liga a um elemento para sua execução, nesse caso, na seta posicionada na esquerda vista na Figura 26.

Após a interligação das folhas da planilha para facilitar o acesso do usuário na coleta das informações necessárias à aplicação do modelo elaborado. Parte-se para a explicação dos recursos computacionais e matemáticos empregados em cada passo de execução do protótipo.

5.1.1.5.1. Cálculo do Perfil de Desempenho

O decisor é direcionado as avaliações, conforme a Figura 13, e faz sua seleção de acordo as informações propostas. Assim, sua resposta é alocada na coluna J da

guia dos “Dados”, constantes na Figura 17, por meio do vínculo entre os botões de seleção e a célula indicada. A coluna J encontra-se após a alternativa C disposta na coluna I. Porém, essa permanece oculta ao usuário.

Visto que a cada nível selecionado pelo cliente resulta em um número correspondente. Os valores fornecidos pelo vínculo encontram-se em ordem crescente, ou seja, o N5 corresponde a 1 e o N1 corresponde a 5. Para obtenção da pontuação de cada critério-chave, deve-se fazer o tratamento das respostas.

Assim, na coluna K, utiliza-se a seguinte expressão condicional: “=SE (J3=5;1; SE (J3=4;2; SE (J3=3;3; SE (J3=2;4; SE(J3=1;5;0))))”). Nesse momento, faz-se a seleção do elemento da coluna J, na célula correspondente, verifica-se a posição/nível que ocupa e atribui-se o ponto respectivo, conforme a escala de pontos e esse elemento ocupa a respectiva célula da coluna K.

A escala utilizada é de cinco pontos, ou seja, para cada nível tem-se um valor respectivo entre 5 e 1, de modo decrescente. Os valores seguem a seguinte correspondência: N5 = 5 pontos; N4 = 4 pontos; N3 = 3 pontos; N2 = 2 pontos e N1 = 1 ponto, ilustrados na Tabela 6, já mencionada. Com isso, entende-se que quanto maior o nível selecionado maior a pontuação. Ainda, quanto mais pontos forem somados melhor avaliado será o serviço.

Logo, na coluna M da aba de “Dados” tem-se o cálculo das médias dos pontos de cada critério-chave. O cálculo a ser realizado é feito a partir do quociente entre o somatório dos subcritérios e o número de subcritérios envolvidos. Com essa média, apresenta-se ao usuário um gráfico do Perfil de Desempenho, como visto na Figura 16, mencionada anteriormente.

Para mostrar as respostas escolhidas ao decisor de modo descritivo se fez por meio de outro recurso computacional. Neste caso, atribui-se a coluna L da aba de “Dados”, a seguinte condição: “=ÍNDICE()” combinada com a função “=CORRESP()”. Visto que a primeira retorna um valor ou a referência da célula na intersecção de uma linha e coluna específica, em um intervalo definido. Combinadas, a expressão relaciona a posição da resposta do cliente com a descrição definida na escala.

A fórmula de índice utiliza três argumentos como: o primeiro a ser informado é o vetor de referência; o segundo refere-se ao elemento a ser procurado no primeiro vetor de referência; o terceiro informativo será o vetor de respostas este relacionando a posição do elemento com esse vetor. Para obtenção do segundo argumento,

precisou-se realizar a busca da posição do elemento por meio da formula de correspondência “=CORRESP”.

O resultado da busca, avista-se na Figura 15, em que se divulga as decisões do cliente perante os critérios para o perfil de desempenho. Com isso, encerra-se as explicações dos artifícios matemáticos dessa etapa inicial.

5.1.1.5.2. Cálculo do Analytic Network Process

Após o gestor realizar a avaliação das alternativas, conforme ilustra a Figura 19, este é direcionado para os julgamentos necessários nessa escolha. Assim, por meio de um código VBA o usuário é direcionado as guias adequadas.

Após a realização do julgamento das alternativas, fez-se um compilado dos dados coletados junto a cada guia. A fim de realizar-se os devidos tratamentos, e reuniu-se em uma nova. As folhas de cálculo podem ser acessadas por meio da tela vista na Figura 10, no botão “Ambiente de Cálculo”.

O “Ambiente de cálculo” é composto por seis folhas de cálculos referentes ao ANP, são elas: Folha1 – Dados resultantes dos julgamentos e as transformações numéricas; Folha 2 – Composição das matrizes de comparação; Folha 3 – Supermatriz de Benefícios; Folha 4 – Supermatriz de Oportunidades; Folha 5 – Supermatriz de Custos; Folha 5 – Supermatriz de Riscos.

A primeira folha a ser apresentada ao usuário, na seção é responsável por receber as informações coletadas ao longo dos ciclos de julgamentos. O recebimento dos dados se dá por meio de *link* direto entre as células.

O vínculo é feito através da fórmula de correspondência “=CORRESP” e o tratamento ocorre com o auxílio do comando “=PROCV”. Pois, a correspondência associa o elemento de resposta da lista suspensa ao número correspondente a sua posição na lista. Já o comando responsável pelo tratamento, faz a procura na matriz definida com orientação vertical.

Um exemplo a ser explanado é a aplicação para o critério-chave “1. Regularidade” e seus subcritérios, como visto na primeira coluna da Tabela 6. Esses julgamentos referem-se aos Ciclos 2 e 3, e estão alocados na mesma tabela por conveniência.

Ainda, na Tabela 7 avista-se na segunda coluna, chamada de “Dados Julgamentos”, os dados coletados junto ao decisor nas guias oferecidas a esta finalidade. Ao decisor oferece-se uma lista suspensa com dados qualitativos presentes na primeira coluna da Tabela 7 e estes por meio do comando “=CORRESP” são traduzidos por números correspondentes, neste caso apresentados na terceira coluna da Tabela 7. A seguir destaca-se a composição do comando utilizado nessa etapa, ou seja, a expressão de cálculo “=CORRESP”:

= CORRESP (célula procurada; local de procura; tipo de correspondência)

Neste caso, o tipo de correspondência é do tipo exata, ou seja, deve ser igual a referência procura, então utiliza-se “0” (zero).

Como visto na Tabela 7, a coluna “Dados Tratados” recebe os elementos resultantes da busca via comando “=PROCV”, a partir das colunas anteriores respectivamente. Para realizar a procura dos itens, seleciona-se a célula resultante da correspondência anterior, essa deve ser informada como entrada do comando “=PROCV”.

Assim, o recurso computacional faz a busca da célula selecionada na origem especificada, no caso, uma matriz conforme a Tabela 7. Logo, ao ser aplicado o comando, essa busca a posição na matriz informada e preenche a célula em que foi mencionado. Com isso, destaca-se a estrutura da expressão utilizada nessa execução:

= PROCV (célula procurada; local de procura; índice coluna)

Tabela 7 - Dados dos julgamentos Ciclo 2 e 3, para critério “1. Regularidade”

Critérios / Subcritérios	Dados Julgamentos			Dados Tratados		
	A x B	A x C	B x C	A x B	A x C	B x C
1. Regularidade	9	3	9	0,143	7,000	0,143
1.1. Recepção e expedição de cargas	5	3	5	3,000	7,000	3,000
1.1.1. Previsibilidade	9	9	6	0,143	0,143	1,000
1.1.2. Agilidade	3	4	4	7,000	5,000	5,000
1.1.3. Disponibilidade	3	8	7	7,000	0,200	0,333
1.1.4. Acessibilidade	7	3	5	0,333	7,000	3,000
1.1.5. Confiabilidade	9	9	6	0,143	0,143	1,000
1.1.5.1. Capacidade	5	4	4	3,000	5,000	5,000

1.1.5.2. Sincronização	9	8	7	0,143	0,200	0,333
1.1.5.3. Sinalização	3	3	5	7,000	7,000	3,000
1.1.5.4. Equipamentos	3	9	6	7,000	0,143	1,000
1.1.5.5. Comunicação	7	4	4	0,333	5,000	5,000
1.1.5.6. Segurança	8	8	7	0,200	0,200	0,333

Fonte: autoria própria.

Tabela 8 - Lista suspensa de avaliação da Escala de Saaty

Escala de Saaty	Índice	Valor de escala
Não informado	1	0
IAM - Importância Absoluta Maior	2	9
IMM - Importância Muito Maior	3	7
IM - Importância Maior	4	5
IPM - Importância Pouco Maior	5	3
IGUAL IMPORTÂNCIA	6	1
ipm - importância pouco menor	7	1/3
im - importância menor	8	1/5
imm - importância muito menor	9	1/7
iam - importância absoluta menor	10	1/9

Fonte: autoria própria.

Como explicado, serviu-se desses recursos para transformação dos conceitos expressos pelo gestor para os demais ciclos de julgamento. Cita-se, como exemplo, a avaliação dos subcritérios do critério-chave “12. Relacionamento com usuário” dispostos no quarto ciclo de apreciação, conforme ilustra a Tabela 9.

Na Tabela 9, tem-se a resolução feita por meio do recurso de correspondência entre o julgamento do decisor e a posição que este ocupa na matriz. Já na Tabela 10, exemplifica-se os resultados da busca vertical na matriz expressa na Tabela 9 a partir dos dados por meio de comparação absoluta.

Tabela 9 - Aplicação da correspondência dos julgamentos

	12.1. Litigiosidade	12.2. SAC	12.3. Ouvidoria
12.1. Litigiosidade	-	4	4
12.2. SAC	-	-	4
12.3. Ouvidoria	-	-	-

Fonte: autoria própria.

Tabela 10 - Aplicação da busca na matriz de correspondência

	12.1. Litigiosidade	12.2. SAC	12.3. Ouvidoria
12.1. Litigiosidade	-	5	5
12.2. SAC	-	-	5
12.3. Ouvidoria	-	-	-

Fonte: autoria própria.

Naturalmente, recorreu-se as operações de correspondência e busca para todos os julgamentos efetuados pelo usuário e os respectivos valores condicionados. Dessa forma, converte-se o posicionamento qualitativo do decisor em valores mensuráveis e passíveis de cálculo.

A partir dessas transformações passou-se a uma nova aba de manipulação de dados. Seguindo-se para a Folha 2 do modelo dentro do “Ambiente de Cálculo”, tem-se a elaboração das matrizes de avaliação de consistências. Além disso, tem-se a realização dos cálculos dos vetores de prioridades a serem inseridos nas Supermatrizes posteriormente.

Na Folha 2 organizou-se o parecer do decisor a fim de obter-se as matrizes de comparação a serem calculadas conforme o método de Saaty. Assim, agrupou-se por alternativas e *clusters* os dados obtidos em formatos matriciais. Como exemplo, pode-se elucidar por meio das matrizes de comparação do *cluster* Benefícios para as alternativas A, B e C.

Tabela 11 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para Alternativa A

	1	4	7	w	w/ w	n	3,00
1	1,00	0,33	0,11	0,33	0,07	$\lambda_{\text{máx}}$	3,03
4	3,00	1,00	0,20	0,84	0,18	IC	0,01
7	9,00	5,00	1,00	3,56	0,75	IR	0,52
Soma	13,00	6,33	1,31	4,73	1,00	RC	0,03

Fonte: autoria própria.

Tabela 12 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para Alternativa B

	1	4	7	w	w/ w	n	3,00
1	1,00	7,00	9,00	3,98	0,76	$\lambda_{\text{máx}}$	3,33
4	0,14	1,00	7,00	1,00	0,19	IC	0,16
7	0,11	0,14	1,00	0,25	0,05	IR	0,52
Soma	1,25	8,14	17,00	5,23	1,00	RC	0,31

Fonte: autoria própria.

Tabela 13 - Matriz de julgamentos do cluster Benefícios para a Alternativa C

	1	4	7	w	w/ w	n	3,00
1	1,00	7,00	7,00	3,66	0,74	$\lambda_{\text{máx}}$	3,44
4	0,14	1,00	7,00	1,00	0,20	IC	0,22
7	0,14	0,14	1,00	0,27	0,06	IR	0,52
Soma	1,29	8,14	15,00	4,93	1,00	RC	0,42

Fonte: autoria própria.

Analisando-se as Tabelas 11, 12 e 13 tem-se a matriz de julgamentos para cada alternativa A, B e C, partindo-se do *cluster* Benefícios. Assim, entende-se os números “1”, “4” e “7” grifados, tanto nas linhas, quanto nas colunas das tabelas referidas como os critérios-chave respectivamente: “1. Regularidade”, “4. Eficiência” e “7. Sustentabilidade”.

Dessa forma, percebe-se o quadro interno das tabelas mencionadas como o corpo da matriz. Com isso, nota-se os elementos da diagonal principal como valores unitários devido a importância de cada critério quanto a ele mesmo, como proposto no método ANP.

Ainda, acima dos elementos da diagonal principal tem-se os valores tratados das avaliações do decisor conforme feito anteriormente. Assim, os valores abaixo da diagonal principal recebem os valores recíprocos a esse, ou seja, os elementos da parte inferior da matriz recebem os números inversos dos julgamentos.

Com isso, invertendo as preferências, como o critério “1. Regularidade” é mais influente que o critério “4. Eficiência” representado pelo valor de “7” correspondente à IMM – Importância Muito Maior. Logo, o valor recíproco para a comparação entre “4. Eficiência” e “1. Regularidade” será 1/7 ou 0,14, como visto na Tabela 13, para a alternativa C.

Somando-se a isso, nas matrizes apresentadas nas tabelas referenciadas tem-se os cálculos dos autovetores (w) efetuando a média geométrica de cada linha da matriz. Após, tem-se os somatórios das colunas da matriz e do autovetor (w).

A partir dos valores das médias de cada linha divide-se cada um pelo somatório do autovetor. Desse modo, encontra-se o autovetor normalizado ($w / |w|$) das matrizes em destaque. A verificação dos cálculos atribui-se ao somatório do $w / |w|$ ser igual a 1.

Aqui atribui-se a “n” o número de componentes da matriz, nas três tabelas citadas tem-se $n = 3$. Utilizou-se um recurso do *software* para contagem dos

elementos com o comando “=CONT.VALORES”, em que este realiza a enumeração dos elementos constantes em um vetor ou uma matriz selecionada. Nessa situação escolheu-se o cabeçalho da matriz, visto que as entradas são as mesmas para linhas e colunas devido a comparação par a par.

Outro fator a ser calculado é o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) de cada matriz. Esse calculado pela multiplicação entre o vetor soma da matriz e o autovetor normalizado, resultando em um valor escalar.

De posse desses resultados, parte-se para os cálculos do índice de consistência (IC) e a razão de consistência (RC). O índice de consistência é obtido através da equação (1), citada anteriormente no Capítulo 3.

Visto que o valor de “n” foi superior a 15, como propõem Saaty (1991). Logo, precisou-se buscar uma proposta de índice condizente com os valores superiores encontrados, conforme mostra-se no Capítulo 3, o trabalho de Alonso e Lamata (2006).

Para o cálculo de IR via *Dashboard*, lançou-se mão da expressão “=PROCH” semelhante ao “=PROCV”. Porém, este faz sua busca na horizontal. Para a expressão apresentada, tem-se a seguinte estrutura de entrada, vista a seguir:

$$= PROCH (\text{célula procurada}; \text{local de procura}; \text{índice linha})$$

Como já mencionado para a busca na vertical, nessa expressão também se precisa da entrada de uma célula a ser buscada. Além disso, necessita-se de uma matriz de origem dos dados e também deve-se informar o índice da linha que deve ser encontrada.

Ainda, para o cálculo da razão de consistência da matriz deve-se efetuar o quociente entre o índice de consistência da matriz e o índice randômico. Dessa forma, averigua-se a consistência dos julgamentos realizados até então.

Após a verificação da consistência dos julgamentos, tem-se o preenchimento das Supermatrizes. A partir das Supermatrizes deve-se obter a porcentagem de contribuição dos indicadores para cada *cluster* identificado para a solução da função de valor.

Destinou-se quatro folhas da planilha eletrônica para o desenvolvimento da solução do método a ANP, para cada *cluster* de Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos. A navegação do usuário, se dá, por meio da tela descrita na Figura 10 por

meio do botão de acesso “Ambiente de cálculo” após a apresentação dos questionamentos e das matrizes de julgamentos.

Em cada aba destinada a esses cálculos, tem-se um conjunto de Supermatrizes. Agrupou-se lado a lado, as opções para uma alternativa A, duas alternativas A e B e três alternativas A, B e C, concentrando os dados na folha do *cluster* definido. O exemplo de Supermatriz a ser descrito, a seguir, será o de três alternativas A, B e C para o *cluster* de Benefícios.

A primeira Supermatriz formada, apresentada na Figura 30, refere-se aos dados sem peso dos *clusters*. Nesse caso, preencheu-se as comparações entre as alternativas com valores de importância igual a “1”, pois entende-se que os elementos estão interrelacionados.

Aproveitando a Supermatriz posta pelas relações de influência entre as alternativas e subcritérios, composta de “zero” e “um”. Fez-se a junção a essa Supermatriz dos autovetores normalizados de avaliação de cada subcritério diante das três alternativas. Dessa forma, sem prejuízo na realização dos cálculos e possibilitando a visualização em tela dos valores constantes.

Visto que a intenção do modelo proposto é avaliar alternativas, completou-se a Supermatriz com os zeros para suprimir a relação direta entre os critérios. Com isso, segue-se o preenchimento da próxima Supermatriz referente aos pesos dos *clusters*.

A segunda Supermatriz elaborada, conforme a Figura 31, tem-se a atribuição do peso dos *clusters*. Este peso é resultante dos julgamentos realizados pelo decisor nos ciclos anteriores, para cada agrupamento apresentado.

Visto que o peso se refere ao cluster e ao critério principal, este é estendido a todos os subcritérios componentes. Assim, segue-se a unificação das Supermatrizes para continuação dos cálculos.

O próximo passo a realizar-se é a multiplicação dos elementos das Supermatrizes. Dessa forma, segue-se a multiplicação elemento a elemento dos valores constantes para a resolução do problema. Os cálculos e o preenchimento das células das planilhas seguem a utilização dos recursos ferramentais do software e as expressões disponíveis. Na Figura 32 mostra-se a Supermatriz resultante da multiplicação entre as duas primeiras.

Os cálculos feitos para o *cluster* de Benefícios, repete-se para os demais *clusters* presentes no modelo. Assim como, também, para as demais possibilidades de alternativas.

Prosseguindo com as análises, tem-se a elevação da Supermatriz a “n” potências até que seja atingida a sua convergência. Entendendo-se como convergência a linha da matriz apresentar valores próximos entre si. Logo, tem-se uma média de três potenciações das Supermatrizes.

Na Figura 33 revela-se a matriz resultante da primeira elevação da Supermatriz anterior, constante na Figura 32. Com essa resolução, passa-se para o cálculo dos percentuais de contribuição. Para o cálculo das contribuições de cada subcritério e das alternativas, segue-se por meio da expressão:

$$\text{“=valor 1 / soma (valor até valor n) * 100”}$$

Na expressão, entende-se como o quociente entre o “valor 1”, como o primeiro elemento do bloco presente na coluna dos resultados da Supermatriz e a soma dos demais elementos do bloco. Com isso, tem-se o quociente e este deve ser multiplicado por 100 para obtenção do valor percentual de contribuição de cada item. A solução dessa análise, observa-se na Supermatriz vista na Figura 34.

A Figura 34 apresenta em sua primeira coluna, conforme as Supermatrizes anteriores, o conjunto de alternativas e o conjunto de subcritérios pertencentes ao *cluster* Benefícios.

A segunda coluna da Supermatriz corresponde aos valores percentuais resultantes das análises realizadas pelo modelo de avaliação proposto. Essa coluna apresenta os valores de preferência do decisor em relação as alternativas e para os subcritérios, a partir dos julgamentos respondidos no processo de avaliação.

A partir dos resultados das Supermatrizes para cada *cluster*, tem-se a construção dos gráficos. A apresentação dos gráficos pode ser vista por meio do botão “Resultados” na tela de início do painel.

Figura 30 – Exemplo de Supermatriz de interrelações e peso dos subcritérios

	A	B	C	11	111	112	113	114	115	115.1	115.2	115.3	115.4	115.5	115.6	4.1	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.2	4.21	4.22	4.23	4.23.1	4.23.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
A	1,000	1,000	1,000	0,669	0,067	0,726	0,283	0,352	0,067	0,618	0,075	0,766	0,291	0,297	0,086	0,291	0,245	0,747	0,557	0,291	0,245	0,747	0,557	0,291	0,245	0,747	0,557	0,291	0,245	0,055	0,732	0,055	0,732	0,055
B	1,000	1,000	1,000	0,243	0,467	0,198	0,092	0,552	0,467	0,297	0,324	0,158	0,152	0,618	0,297	0,557	0,431	0,119	0,291	0,557	0,431	0,119	0,291	0,557	0,431	0,119	0,291	0,557	0,431	0,742	0,218	0,742	0,218	0,742
C	1,000	1,000	1,000	0,088	0,467	0,076	0,625	0,096	0,467	0,086	0,602	0,076	0,557	0,086	0,618	0,152	0,325	0,134	0,152	0,152	0,325	0,134	0,152	0,152	0,325	0,134	0,152	0,152	0,325	0,203	0,050	0,203	0,050	0,203
11	0,235	0,348	0,310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0,226	0,176	0,215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0,164	0,119	0,149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0,143	0,084	0,103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0,075	0,098	0,072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	0,052	0,034	0,050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.1	0,036	0,024	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.2	0,025	0,016	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.3	0,017	0,011	0,017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.4	0,012	0,016	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.5	0,008	0,043	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.6	0,006	0,030	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.1	0,312	0,312	0,312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.11	0,160	0,160	0,160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.12	0,114	0,114	0,114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.13	0,085	0,085	0,085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.14	0,105	0,105	0,105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.15	0,024	0,024	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.16	0,017	0,017	0,017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.17	0,013	0,013	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	0,009	0,009	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.21	0,022	0,022	0,022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.22	0,052	0,052	0,052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.23	0,038	0,038	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.23.1	0,028	0,028	0,028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.23.2	0,020	0,020	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	0,612	0,612	0,612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.2	0,150	0,150	0,150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.3	0,097	0,097	0,097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.4	0,055	0,055	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0,086	0,086	0,086	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: autoria própria.

Figura 31 – Exemplo de Supermatriz do peso dos *clusters*

	A	B	C	11	111	112	113	114	115	115.1	115.2	115.3	115.4	115.5	115.6	4.1	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.2	4.21	4.22	4.23	4.23.1	4.23.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
A	0,778	0,778	0,778	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,637	0,637	0,637	0,637	0,637
B	0,180	0,180	0,180	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	
C	0,042	0,042	0,042	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	
11	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.1	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.2	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.3	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.4	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.5	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115.6	0,07	0,761	0,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.1	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.11	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.12	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.13	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.14	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.15	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.16	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.17	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2.1	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2.2	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2.3	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.23.1	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.23.2	0,178	0,191	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	0,751	0,048	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.2	0,751	0,048	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.3	0,751	0,048	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.4	0,751	0,048	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0,751	0,048	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: autoria própria.

Figura 32 – Exemplo de Supermatriz inicial

	A	B	C	11	111	112	113	114	115	115.1	115.2	115.3	115.4	115.5	115.6	4.1	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.2	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.3.1	4.2.3.2	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
A	0.778	0.778	0.778	0.223	0.022	0.242	0.094	0.117	0.022	0.206	0.025	0.255	0.097	0.099	0.029	0.039	0.033	0.101	0.075	0.039	0.033	0.101	0.075	0.039	0.033	0.101	0.075	0.039	0.033	0.035	0.466	0.035	0.466	0.035
B	0.180	0.180	0.180	0.081	0.156	0.068	0.031	0.184	0.156	0.099	0.108	0.053	0.051	0.206	0.099	0.156	0.121	0.034	0.082	0.156	0.121	0.034	0.082	0.156	0.121	0.034	0.082	0.156	0.121	0.192	0.056	0.192	0.056	
C	0.042	0.042	0.042	0.029	0.156	0.025	0.208	0.032	0.156	0.029	0.201	0.025	0.186	0.029	0.206	0.089	0.190	0.078	0.089	0.089	0.190	0.078	0.089	0.089	0.190	0.078	0.089	0.089	0.190	0.021	0.005	0.021	0.005	
11	0.017	0.265	0.230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.1	0.016	0.134	0.160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.2	0.012	0.090	0.111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.3	0.010	0.064	0.077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.4	0.005	0.075	0.053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.5	0.004	0.026	0.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.1	0.003	0.018	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.2	0.002	0.012	0.018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.3	0.001	0.009	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.4	0.001	0.012	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.5	0.001	0.033	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
115.6	0.000	0.023	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1	0.056	0.060	0.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.1	0.029	0.031	0.032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.2	0.020	0.022	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.3	0.015	0.016	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.4	0.019	0.020	0.021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.5	0.004	0.005	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.6	0.003	0.003	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.1.7	0.002	0.002	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2	0.002	0.002	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.1	0.004	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.2	0.009	0.010	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.3	0.007	0.007	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.3.1	0.005	0.005	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.3.2	0.004	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.1	0.460	0.029	0.034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.2	0.113	0.007	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.3	0.073	0.005	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.4	0.042	0.003	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.5	0.065	0.004	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fonte: autoria própria.

Figura 33 – Exemplo de Supermatriz da primeira potência

	A	B	C	I1	I11	I12	I13	I14	I15	I151	I152	I153	I154	I155	I156	41	411	412	413	414	415	416	417	42	421	422	423	4231	4232	71	72	73	74	75
A	0.89	0.91	0.90	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.22	0.27	0.17	0.19	0.22	0.27	0.17	0.19	0.22	0.27	0.17	0.19	0.22	0.27	0.19	0.41	0.19	0.41	0.19
B	0.33	0.29	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.09	0.04	0.09	0.04
C	0.08	0.13	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
I1	0.07	0.07	0.07	0.03	0.08	0.03	0.06	0.06	0.08	0.04	0.08	0.02	0.06	0.06	0.07	0.06	0.08	0.03	0.04	0.06	0.08	0.03	0.04	0.06	0.08	0.03	0.04	0.06	0.08	0.06	0.02	0.06	0.02	0.06
I11	0.04	0.04	0.04	0.02	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.02	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
I12	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
I13	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
I14	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
I15	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
I151	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I152	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I153	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I154	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I155	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
I156	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01
411	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
412	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
413	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	
414	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
415	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
416	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
417	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
421	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
422	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
423	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0					

Fonte: autoria própria

5.1.1.6. Resultados

Após a finalização dos julgamentos, o usuário direciona-se para a tela representada na Figura 10 já mencionada. Com isso, tem-se a oportunidade de visualização dos resultados do processo de julgamentos até aqui realizados, através do botão de acesso “Resultados”.

Através desse acesso, apresenta-se ao decisor uma sequência de gráficos referente as alternativas avaliadas. Como as demais visualizações dos painéis, deve-se utilizar as setas direcionais a fim de navegar pelo *Dashboard*.

O primeiro gráfico a ser visto, na Figura 35, aponta-se o desempenho das três alternativas avaliadas no processo. Salienta-se a escolha de explanação do caso de três alternativas para acompanhamento neste trabalho.

Como ilustra a Figura 35, o gráfico representa o desempenho das três alternativas avaliadas A, B e C, ou seja, este representa o resultado dos cálculos do método matemático empregado. Assim, apontando a alternativa mais conveniente para cada critério-chave diante da análise do decisor.

Por meio desse gráfico, é possível observar a contribuição de cada indicador estabelecido a partir do perfil de desempenho determinado na primeira etapa das análises do terminal em estudo. Na Figura 35, tem-se os valores atribuídos a cada indicador permitindo ao usuário compreender de forma mais precisa as suas contribuições ao longo do modelo.

No exemplo de gráfico apresentado na Figura 35, para cada ponto marcado tem-se o resultado da função de valor para cada critério-chave. Onde tem-se o somatório dos valores de todos os subcritérios relacionados. Em que, cada parcela compõe-se do valor do desempenho multiplicado pelo peso do subcritério e pelo peso da alternativa correspondente.

As funções de valor referentes ao *cluster* Benefícios podem ser vistas a seguir. A equação (8) refere-se à função de valor atribuída ao indicador “1. Regularidade”, na equação (9) tem-se a função de valor correspondente ao indicador “4. Eficiência” e a equação (10) considera o indicador “7. Sustentabilidade”.

$$V_{Regularidade} = v_{1.1.} * pd_{1.1.} + v_{1.1.1.} * pd_{1.1.1.} + v_{1.1.2.} * pd_{1.1.2.} + v_{1.1.3.} * pd_{1.1.3.} + v_{1.1.4.} * pd_{1.1.4.} + v_{1.1.5.} * pd_{1.1.5.} + v_{1.1.5.1.} * pd_{1.1.5.1.} + v_{1.1.5.2.} * pd_{1.1.5.2.} + v_{1.1.5.3.} * pd_{1.1.5.3.} + v_{1.1.5.4.} * pd_{1.1.5.4.} + v_{1.1.5.5.} * pd_{1.1.5.5.} + v_{1.1.5.6.} * pd_{1.1.5.6.} \quad (8)$$

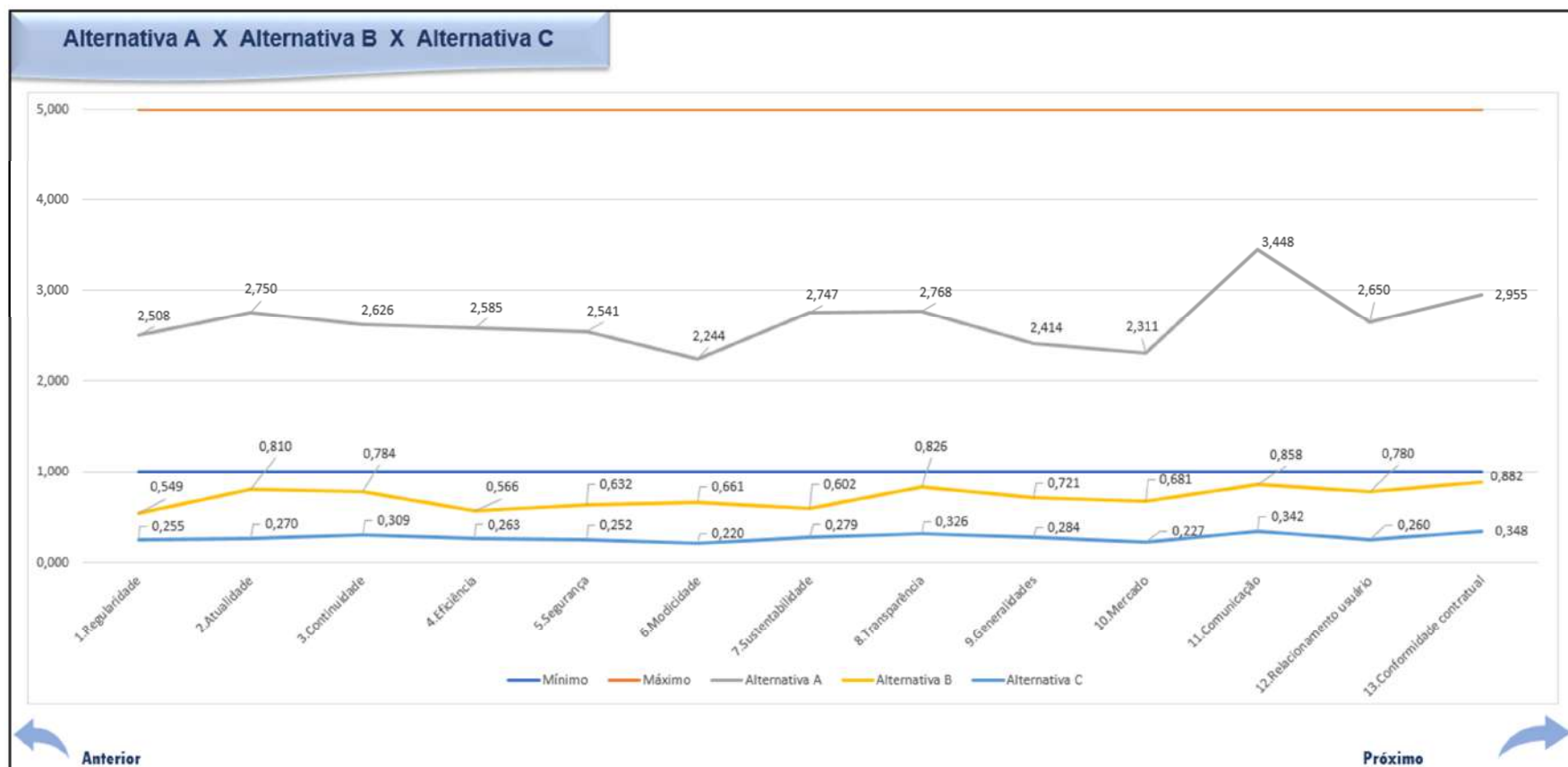
$$V_{Eficiência} = v_{4.1.} * pd_{4.1.} + v_{4.1.1.} * pd_{4.1.1.} + v_{4.1.2.} * pd_{4.1.2.} + v_{4.1.3.} * pd_{4.1.3.} + v_{4.1.4.} * pd_{4.1.4.} + v_{4.1.5.} * pd_{4.1.5.} + v_{4.1.6.} * pd_{4.1.6.} + v_{4.1.7.} * pd_{4.1.7.} + v_{4.2.} * pd_{4.2.} + v_{4.2.1.} * pd_{4.2.1.} + v_{4.2.2.} * pd_{4.2.2.} + v_{4.2.3.} * pd_{4.2.3.} + v_{4.2.3.1.} * pd_{4.2.3.1.} + v_{4.2.3.2.} * pd_{4.2.3.2.} \quad (9)$$

$$V_{Sustent.} = v_{7.1.} * pd_{7.1.} + v_{7.2.} * pd_{7.2.} + v_{7.3.} * pd_{7.3.} + v_{7.4.} * pd_{7.4.} + v_{7.5.} * pd_{7.5.} \quad (10)$$

Além disso, apresenta-se uma curva correspondente para cada alternativa resultante da função de valor. Ainda, observa-se duas curvas relativas ao desempenho máximo e mínimo possíveis de serem atingidos no modelo a partir do Perfil de Desempenho.

No prosseguimento das análises dos resultados, tem-se como tela seguinte, a Figura 36, mostrada a seguir. Nessa figura, apresenta-se a contribuição de cada alternativa para os *clusters* definidos na estruturação do modelo proposto, por meio de quatro gráficos, destinados a cada um dos *clusters*: Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos.

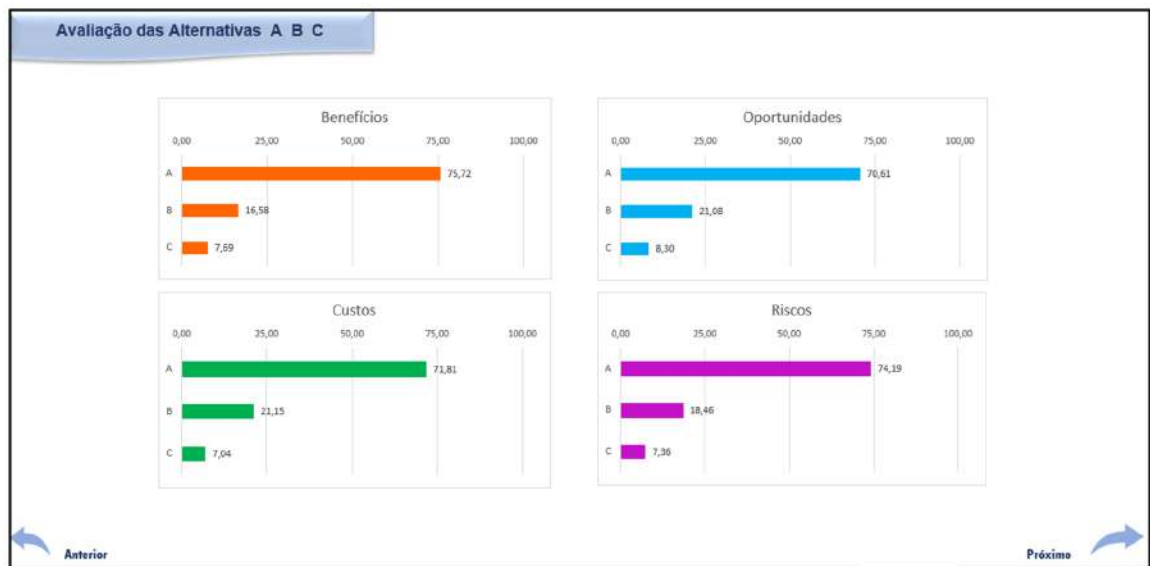
Figura 35 – Exemplo gráfico do desempenho das três alternativas



Fonte: autoria própria.

Ainda, a Figura 36 pode-se visualizar além do gráfico, o valor percentual atribuído a cada alternativa pelo método matemático empregado para cada *cluster* definido. A partir dos valores, o decisor pode verificar a intensidade de cada uma das opções analisadas.

Figura 36 – Exemplo gráfico da avaliação das três alternativas para cada *cluster*



Fonte: autoria própria.

Para a construção do gráfico da Figura 36, considera-se os valores diretos resultantes da ordenação das alternativas do modelo. Neste caso, dispensa-se qualquer artifício matemático para construção do gráfico.

Ao *click* da seta inferior direita, o cliente direciona-se a tela apresentada na Figura 37. Esta constante de dois gráficos. O primeiro gráfico aponta-se o resultado das alternativas agrupadas por *clusters*. Posto que se tem os clusters Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos e os resultados das alternativas A, B e C para cada um destes enunciados, na Figura 37.

Já no segundo gráfico da Figura 37, tem-se os resultados das alternativas por critérios e estes agrupados conforme a classificação BOCR. Logo, na parte superior do gráfico avista-se a indicação dos *clusters*.

Ainda, o modelo apresenta os gráficos referentes apenas a contribuição dos critérios, independente das alternativas. Visto que dessa forma o decisor pode entender como os critérios interferem nos resultados das alternativas.

A construção do primeiro exemplo de gráfico, presente na Figura 37, fez-se o somatório da função de valor de cada um dos *clusters* analisados nesse trabalho. Com isso, considerou-se para o *cluster* Benefícios a seguinte função de valor, apresentada na equação (11):

$$V_{Benefícios} = v_{Regularidade} + v_{Eficiência} + v_{Sustentabilidade} \quad (11)$$

Para os demais *clusters* tem-se, de forma semelhante, funções de valor referentes a cada agrupamento, conforme apresenta-se a seguir. Para o cluster de Oportunidade tem-se a representação através da equação (12), vista em seguida:

$$V_{Oportunidades} = v_{Cont.} + v_{Transp.} + v_{General.} + v_{Conf.Contratual} \quad (12)$$

Já para o *cluster* de Custos atribui-se a função de valor apresentada na equação (13). E para o *cluster* de Riscos a função representativa encontra-se na equação (14). Estas descritas a seguir:

$$V_{Custos} = v_{Atual.} + v_{Modic.} + v_{Mercado} + v_{Rel. Usuário} \quad (13)$$

$$V_{Riscos} = v_{Segurança} + v_{Comunicação} \quad (14)$$

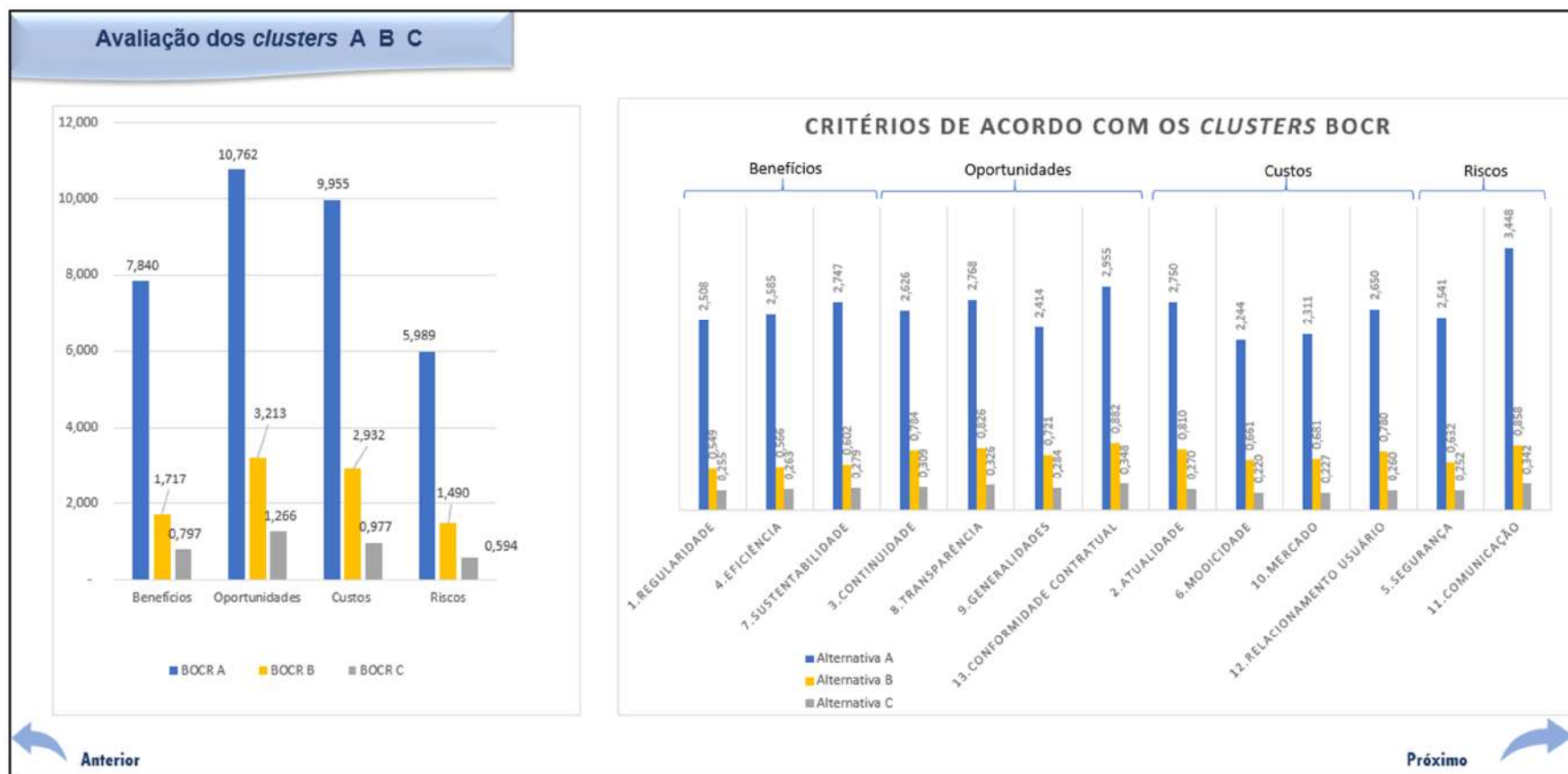
O segundo gráfico constante na Figura 37 representa o somatório das funções de valor para cada indicador principal dos treze *clusters* estudados.

Assim, ilustra-se na Figura 38 os critérios e seus percentuais de contribuição para o cenário de três alternativas. Neste observa-se os indicadores presentes no *cluster* Benefícios.

Para a construção do gráfico apresentado na Figura 38 considerou-se os valores diretos dos pesos resultantes do Dashboard, ou seja, os pesos resultantes do método ANP.

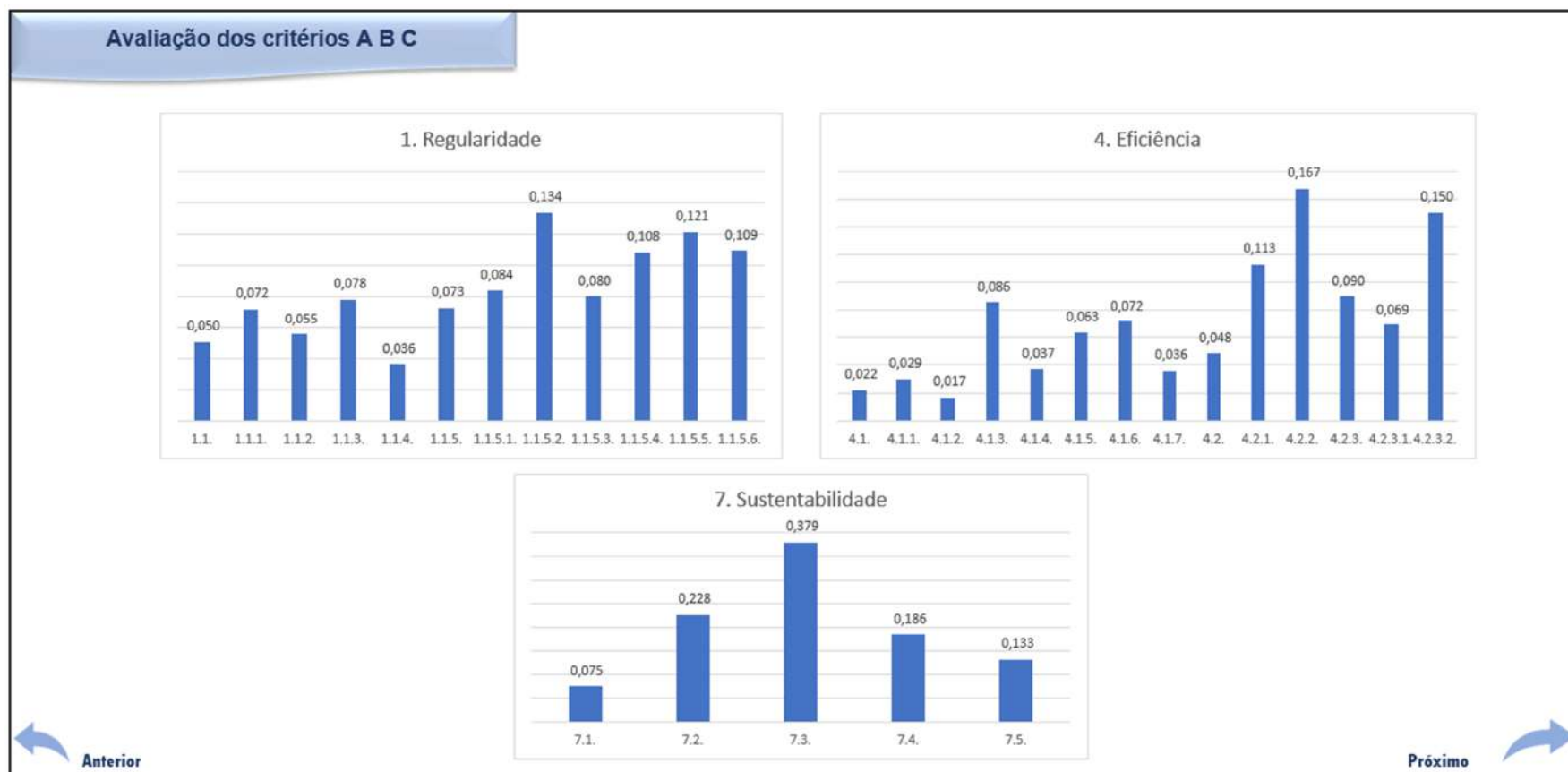
Assim, como apresenta-se na Figura 38, os próximos gráficos mostrados ao usuário referem-se aos demais conjuntos de subcritérios. Ao seguir pelas setas direcionais, apresenta-se conforme a ordem dos clusters gráficos específicos para cada indicador principal e os pesos relativos de cada um. Logo, o cliente passará por mais quatro telas de gráficos para os *clusters* de Oportunidades, Custos e Riscos.

Figura 37 – Exemplo gráfico da avaliação por agrupamentos dos *clusters*



Fonte: autoria própria.

Figura 38 – Exemplo gráfico da contribuição dos critérios do *cluster* Benefícios



Fonte: autoria própria.

Caso o usuário entenda a conveniência, pode-se avaliar o modelo por meio da relação entre o quociente apresentado na equação (15), a seguir descrita (SAATY, 1999):

$$\frac{\text{Benefícios} + \text{Oportunidades}}{\text{Custos} + \text{Riscos}} \quad (15)$$

Contudo, após a estruturação e construção do *Dashboard*, segue-se para a etapa de avaliação do protótipo.

Essa etapa conta com a simulação dos julgamentos e a posterior análise do comportamento do protótipo.

5.3. Avaliação

Nesta etapa, parte-se para avaliação do modelo proposto. A fim de entender o processo de resolução do *Dashboard*, segue-se para as simulações com a variação dos julgamentos.

Na realização dos testes, fez algumas considerações, como a respeito das alternativas avaliadas, como também para o perfil de desempenho e outras específicas para cada teste. Realizou-se, pelo menos, sete testes para análise.

Conforme descreve-se ao longo do trabalho, seguiu-se a análise do *cluster* Benefícios para as três alternativas. O resultado das análises apresenta-se na Figura 39 em valores percentuais. A cada conjunto distinto de alternativas e para critérios tem-se o total de 100%.

Para o conjunto de alternativas, descritas a seguir, considerou-se para todos os testes: alternativa A - avaliação de 100%, alternativa B - avaliação de 70% e alternativa C - avaliação abaixo de 60%. Da mesma forma, considerou-se o desempenho variável dos subcritérios no Perfil de Desempenho para todos os testes realizados.

No primeiro teste, optou-se por informar aos cinco ciclos de julgamentos do modelo o valor referente a “igual importância”. Com isso, observa-se uma divisão igualitária de importância entre as alternativas A, B e C, sob o valor de 33,33%, para cada uma.

Ainda, quando se observa o peso dos subcritérios, tem-se a contribuição igualitária da mesma forma. Logo, entende-se que o protótipo apresenta coerência com os julgamentos estabelecidos.

Para a segunda análise, no teste 2, utiliza-se a base do teste 1 e altera-se o Ciclo 2 e 3 de julgamentos. Assim, referindo-se à avaliação dos critérios-chave e subcritérios para as possíveis alternativas.

No teste 2, arbitrou-se as seguintes respostas aos julgamentos: $A > B$ – IM - Importância Maior; $A > C$ – IAM - Importância Absoluta Maior; $B > C$ – IPM - Importância Pouco Maior. Nesse teste, revelou-se a influência dos critérios-chave e subcritérios apenas na ordem de preferência das alternativas.

Como avista-se na Figura 39, a alternativa A prevalece sobre B e B prevalece sobre C, com valores respectivos de 80,71%, 14,09% e 5,19%. Para os subcritérios, tem-se os mesmos apresentados no teste anterior. Com isso, percebe-se que o ciclo 2 interfere apenas na ordem de alternativas não influenciando nos subcritérios.

Seguindo-se para o teste 3, mantem-se as modificações anteriores e passa-se a variar o Ciclo 1 de julgamentos, referente aos critérios-chave dentro dos clusters para cada alternativa distinta.

Para este teste, arbitrou-se graus de importância variada para cada item julgado. Com isso, nota-se que o nesse ciclo não se tem variação direta nos resultados do *Dashboard* apresentados no teste anterior.

O teste seguinte, trata-se do teste 4. Para este, manteve-se as alterações já realizadas e alterou-se os julgamentos referentes ao Ciclo 4. Fez-se avaliações ao acaso para uma das alternativas de forma variada, para cada conjunto de subcritérios.

Dessa forma, nota-se que não houve variação na preferência das alternativas. A variação nos resultados ocorre no conjunto dos subcritérios, comparados aos testes anteriores. Assim, entende-se que a variação nos subcritérios deve estar diretamente relacionada a variação nos julgamentos do Ciclo 4 de avaliação do modelo.

Para o teste 5, manteve-se as alterações já realizadas. Seguiu-se com as alterações no Ciclo 4, desta vez utilizou-se a observação realizada para uma alternativa e ampliou-se para as duas alternativas ainda não realizadas. Visto que anteriormente, as avaliações continham o valor “Igual Importância”, agora valores variados.

A partir dessas considerações, obteve-se resultados variados para os subcritérios do *cluster* Benefícios considerado na análise. Percebe-se, no entanto que a ordem das alternativas não depende da variação de julgamento dos subcritérios.

Com isso, segue-se ao teste 6, para este se fez, novamente, variações no Ciclo 1 de apreciação. Dessa forma, atribuiu-se novas considerações aos itens.

Com isso, percebe-se variação relevante em apenas um dos conjuntos de subcritérios analisados. Assim, segue-se para o último teste apresentado.

O último teste considerou alterações no Ciclo 2 e Ciclo 5. Para o teste 7, considerou-se variações ao acaso para o Ciclo 2. Já para o Ciclo 5, considerou-se as relações de importância entre alternativas $A > B > C$, conforme considerado no segundo teste. Com isso, pode-se observar que o Ciclo 5 interviu diretamente na ordenação das alternativas. De acordo com a Figura 39, tem-se uma pequena mudança em um dos conjuntos dos subcritérios e uma maior mudança nos valores das ordenações das alternativas.

Contudo, pode-se entender que as comparações realizadas apresentam coerência. Pois, ao se considerar valores iguais para todos os julgamentos o modelo apresenta taxa semelhantes entre os pares.

Ainda, entende-se que ao atribuir-se relações de dominância entre as alternativas, estas respondem positivamente ao esperado. Logo, considera-se que o modelo corresponde ao que se propõem.

Por outro lado, entende-se como limitações do modelo a não atribuição de algum julgamento a um item qualquer a ser avaliado. Pois, caso o *Dashboard* encontre-se com a mensagem “Não informado” em alguma lacuna de julgamento este está impossibilitado de realizar cálculos.

Visto que no modelo considera-se a mensagem “Não informado” como valor nulo. Se por ventura, estiver selecionada o processo de cálculo não será efetuado, resultando em erro no processo de execução.

Outro ponto relevante de limitação refere-se à customização do Dashboard para indicadores do setor portuário. Caso deseje-se utilizar o protótipo para outra finalidade este deverá sofrer inúmeras alterações, embora se tenha vários momentos de interligação entre planilhas. As várias partes do modelo deverão ser revistas.

Figura 39 – Testes de variação dos julgamentos

	teste_1	teste_2	teste_3	teste_4	teste_5	teste_6	teste_7
A	33,33	80,71	80,71	80,71	80,71	80,71	75,72
B	33,33	14,09	14,09	14,09	14,09	14,09	16,58
C	33,33	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	7,69
1.1.	8,33	8,33	8,33	5,68	4,98	5,13	5,03
1.1.1.	8,33	8,33	8,33	7,65	7,10	7,33	7,19
1.1.2.	8,33	8,33	8,33	6,15	5,47	5,65	5,54
1.1.3.	8,33	8,33	8,33	7,71	7,85	7,73	7,80
1.1.4.	8,33	8,33	8,33	4,10	3,64	3,55	3,61
1.1.5.	8,33	8,33	8,33	7,43	7,28	7,29	7,28
1.1.5.1	8,33	8,33	8,33	8,14	8,45	8,28	8,38
1.1.5.2	8,33	8,33	8,33	13,39	13,16	13,67	13,36
1.1.5.3	8,33	8,33	8,33	8,09	7,99	8,02	8,00
1.1.5.4	8,33	8,33	8,33	10,24	10,86	10,69	10,80
1.1.5.5	8,33	8,33	8,33	11,11	12,23	11,87	12,10
1.1.5.6	8,33	8,33	8,33	10,30	10,99	10,79	10,92
4.1.	7,14	7,14	7,14	6,10	2,18	2,18	2,18
4.1.1.	7,14	7,14	7,14	6,26	2,94	2,94	2,94
4.1.2.	7,14	7,14	7,14	5,99	1,66	1,66	1,66
4.1.3.	7,14	7,14	7,14	7,44	8,56	8,56	8,56
4.1.4.	7,14	7,14	7,14	6,42	3,72	3,72	3,72
4.1.5.	7,14	7,14	7,14	6,97	6,33	6,33	6,33
4.1.6.	7,14	7,14	7,14	7,15	7,19	7,19	7,19
4.1.7.	7,14	7,14	7,14	6,39	3,59	3,59	3,59
4.2.	7,14	7,14	7,14	6,65	4,83	4,83	4,83
4.2.1.	7,14	7,14	7,14	8,02	11,32	11,32	11,32
4.2.2.	7,14	7,14	7,14	9,17	16,75	16,75	16,75
4.2.3.	7,14	7,14	7,14	7,53	8,99	8,99	8,99
4.2.3.1	7,14	7,14	7,14	7,09	6,90	6,90	6,90
4.2.3.2	7,14	7,14	7,14	8,81	15,04	15,04	15,04
7.1.	20,00	20,00	20,00	18,02	7,46	7,46	7,46
7.2.	20,00	20,00	20,00	20,44	22,81	22,81	22,81
7.3.	20,00	20,00	20,00	22,82	37,87	37,87	37,87
7.4.	20,00	20,00	20,00	19,78	18,60	18,60	18,60
7.5.	20,00	20,00	20,00	18,94	13,25	13,25	13,25

Fonte: autoria própria

6. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

Este capítulo trata das conclusões dos estudos realizados e das futuras pretensões de prosseguimento da pesquisa. A seguir, descreve-se por meio dos subitens 6.1 referente às conclusões e 6.2. detinada as sugestões de futuros trabalhos.

6.1. Conclusões

A partir das várias considerações de importância do setor portuário no contexto econômico dos países, pode-se ver a importância da boa gestão no setor. Com isso, compreende-se a relevância dos estudos na área da gestão no setor portuário.

Constata-se a importância da gestão portuária no contexto brasileiro, visto que o desempenho do setor participa ativamente dos índices econômicos do país.

Em virtude disso, os gestores tem buscado alternativas de melhoria dos processos da operação portuária, pois a competitividade dos terminais está diretamente ligada ao seu desempenho.

Com isso, entende-se que uma pesquisa desenvolvida sob esse contexto se torna oportuna, pois a identificação dos indicadores de desempenho, sua mensuração e sua avaliação são determinantes para aferir o desempenho de um terminal.

Posto que a aplicação de ferramentas matemáticas para estes estudos tem boa receptividade, percebe-se as várias aplicações de métodos matemáticos a fim de avaliar o desempenho dos portos em vários momentos no referencial teórico.

Com isso, por meio de métodos multicritérios discretos podem-se gerir de forma competente os vários critérios elencados no setor portuário, possibilitando ao gestor ter uma visão dos pontos críticos a serem monitorados, além de oportunizar a tomada de decisão fundamentada em parâmetros matemáticos.

Portanto, fez-se a exploração de pesquisa por meio de documentos e entrevistas a fim de compreender o contexto de estudo e, dessa forma, construindo-se os indicadores de desempenho, seus conceitos e suas métricas a serem apreciados.

Uma vez identificados os critérios, tem-se a construção do *Dashboard* baseado no método multicritério ANP. Por meio deste, obtém-se do decisor as suas considerações a respeito dos indicadores e a sua opinião em relação ao desempenho do seu terminal. Logo, tem-se a resolução matemática aplicada ao protótipo, tornando-

se possível a apresentação dos resultados ao usuário no mesmo instante de julgamento por meio de gráficos.

A partir de interações no *Dashboard* tem-se a possibilidade de avaliar os processos de cálculo e entender as limitações do painel de indicadores proposto. Com isso, responde-se ao problema de pesquisa deste trabalho.

Entende-se que o trabalho atingiu os objetivos específicos propostos por meio da pesquisa realizada. Ainda, ressalta-se que o objetivo principal também foi alcançado por meio da planilha eletrônica construída.

6.2.Sugestões para trabalhos futuros

Para futuros trabalhos sugere-se possíveis melhorias no processo de execução do *Dashboard* e/ou apresentação, melhorando-se dessa forma a execução do painel.

Além disso, almeja-se a realização da etapa de validação do painel de avaliação dos indicadores portuários junto aos decisores da ANTAQ e, com isso, verificar a aplicabilidade do protótipo desenvolvido e obter um *feedback* em relação a interação com a planilha.

Também espera-se realizar a construção de um artigo referente a esta pesquisa, publicando-o em uma revista qualificada. Logo, registrando esse o processo de pesquisa na ciência.

Referências

ALONSO, J.; LAMATA, M. Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. **International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, v. 14, n. 4, p. 445-459, 2006.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários ; Nota normativa nº 04/2017, 2017. Disponível em: <https://2017.cidesport.com.br/sites/default/files/2017.10.25.painel.fernando.serra_nt_4.2017.pdf>. Acesso em: 17 março 2020.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários; Índice de Desempenho Ambiental - IDA Sua concepção e evolução (Artigo), 2018. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/index.php/2018/08/02/indice-de-desempenho-ambiental-ida-sua-concepcao-e-evolucao-artigo/>>. Acesso em: 20 março 2020.

ASAN, U.; ASAN, S. S.; SOYER, A. A Fuzzy Analytic Network Process Approach. In: BOOK, A. P. **Computational Intelligence Systems in Industrial Engineering**. [S.l.]: [s.n.], 2012. p. 159-183.

ATAFARA, A.; SHAHRABIB, M. A.; ESFAHANIC, M. J. Evaluation of university performance using BSC and ANP. **Decision Science Letters**, Iran, v. 2, p. 305-311, june 2013.

BANA E COSTA, C. A.; ANGULO-MEZA, L.; OLIVEIRA, M. D. O método MACBETH e aplicação no Brasil. **ENGEVISTA**, v. 15, n. 1, p. 3-27, 2013.

BELTON, V.; STEWART., T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. [S.l.]: Springer Science Business Media , 2002.

BRANS, J. P.; VINCKE; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. **European Journal of Operation Research**, North-Holland, p. 228-238, 1986.

BRASIL. Câmara dos Deputados ; Lei nº 8.630/93, 1993. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1993/lei-8630-25-fevereiro-1993-363250-norma-pl.html>>. Acesso em: 17 março 2020. Lei de Modernização dos Portos.

BRASIL. Presidência da República; Lei 10.233/2001, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm>. Acesso em: 17 março 2020.

BRASIL. Ministério do Planejamento; GESPÚBLICA; Produto 01 - Mapeamento bibliográfico e do estado da arte sobre indicadores de gestão, 2009a. Disponível em:

<http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/produto_1_indicadores_versao_final_110809.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

BRASIL. Ministério do Planejamento; GESPUBLICA; Produto 04 - Guia referencial para medição de desempenho e manual para construção de indicadores, 2009b. Disponível em: <www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/guia_indicadores_jun2010.pdf>. Acesso em: 19 março 2020.

BRASIL. Presidência da República Secretaria de Portos; Audiência pública - Senado Federal, 29 junho 2010. Disponível em: <www.senado.gov.br/comissoes/ci/ap/AP20100629_Fabrizio_Pierdomenico.pdf>. Acesso em: 16 março 2020.

BRASIL. Ministério do Planejamento; GESPÚBLICA; Indicadores - Orientações básicas aplicadas à gestão pública, 2012. Disponível em: <<http://www.gespublica.gov.br/content/indicadores-orientações-básicas-aplicadas-à-gestão-pública>>. Acesso em: 11 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura; Histórico - Sistema Portuário Brasileiro, 2015a. Disponível em: <<http://transportes.gov.br/estudos-e-pesquisas/90-portos-página-inicial/5504-histórico-sistema-portuário-brasileiro.html>>. Acesso em: 17 março 2020.

BRASIL. Ministério do Planejamento; GESPÚBLICA; Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização, 2015b. Disponível em: <http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/gagp-250_pontos_novo.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil; Secretaria executiva; Prestação de contas ordinária anual - Relatório de gestão do exercício de 2017, 2018. Disponível em: <https://www.infraestrutura.gov.br/images/2018/documentos/06/SE_RelatoriodeGestao_enviadoaoTCUem_02_04_2018.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRITTO, P. A. P. D. et al. Promoção da concorrência no setor portuário: uma análise a partir dos modelos mundiais e aplicação ao caso brasileiro. **Revista de Administração Pública**, janeiro/fevereiro 2015. 47-71.

BUITRAGO, L.; LESMES, D. Application of the analytic network process (ANP) to select new foreign markets to export software services: study of colombian firms. **Escenarios**, v. 8, n. 1, p. 25-36, Enero-Junio 2010.

COZBY, P. C.; RAWN, C. D. **Methods in Behavioural Research**. [S.l.]: Mc Graw Hill Education, v. Second Edition, 2016.

CUI, H.; NOTTEBOOM, T. A game theoretical approach to the effects of port objective orientation and service differentiation on port authorities willingness to cooperate. **Research in Transportation Business & Management**, 2018.

CULLINANE, K. et al. The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. **Transportation Research Part A**, 2006. 354-374.

CULLINANE, K.; SONG, D.-W. A stochastic frontier model of the productive efficiency of Korean container terminals. **Applied Economics**, 2003. 251-267.

D'AGOSTINI, M. et al. Relationship between sustainable operations practices and performance: a meta-analysis. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 8, p. 1020-1042, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2015-0168>>.

DARGIA, A. et al. Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. **Procedia Computer Science**, n. 31, p. 691-700, 2014.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística**: para engenharia e ciências. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

DICIO. Dicionário Online de Português. **Dicionário Online de Português**, 2021. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/>>. Acesso em: setembro 2020.

DONÔ, M. A. Processo de Tomada de Decisão na Seleção de Investimentos Sustentáveis para os Fundos de Pensão Brasileiros: Aplicação do Método ZAPROS-LM. **Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Administração IBMEC - Faculdade de Economia e Finanças**, Rio de Janeiro - RJ, 2009.

ENSSLIN, L.; NETO, G. M.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão - Metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis - SC: Editora Insular, 2001.

FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho**: Dos objetivos à ação - Métodos para elaborar KPIs e obter resultados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. 448 p.

GALANKASHI, M. R. et al. Prioritizing Green Supplier Selection Criteria using Fuzzy Analytical Network Process. **Procedia CIRP**, n. 26, p. 689-694, 2015.

GENCER, C.; GURPINAR, D. Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. **Applied Mathematical Modelling**, n. 31, p. 2475-2486, December 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo - SP: Editora Atlas S.A., 2002.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos: Introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão.** São Paulo - SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, L. F. A. M.; DUARTE, V. C. D. A. Análise Multicritério de Risco: O método TODIM. **ENEGEP**, 17, n. 3, 1998.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para tomada de decisão: enfoque multicritério.** 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA., H. **Smart Choice: a practical guide to making better decisions.** Boston, Massachusetts - USA: Harvard Business School Press, 1999.

HOSSEINI, L. et al. Using the Analytical Network Process to Select the Best Strategy for Reducing Risks in a Supply Chain. **Journal of Engineering**, p. 1-9, March 2013.

HWANG, C. L.; LIN, M. J. **Group decision making under multiple criteria.** Berlin - Germany: Springer - Verlag, 1987.

JULIANO, Í. J. Análise de decisão multicritério baseada em teoria da utilidade: uma aplicação na priorização de produtos. **Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2017.

KASELIMI, E. N.; NOTTEBOOM, T. E.; BORGER, B. D. A game theoretical approach to competition between multi-user terminals: the impact of dedicated terminals. **Maritime Policy & Management**, p. 395-414, 2011.

KOU, G. et al. **Data Processing for the AHP / ANP, Quantitative Management I.** Berlin Heidelberg: Springer - Verlag, 2013.

KREYSZIG, E. **Matemática Superior para Engenharia.** 9. ed. [S.I.]: GEN LTC, v. 1, 2016.

LEBAS, M. J. Performance measurement and performance management. **International Journal of Production Economics**, v. 41, p. 23-35, 1995.

LONGARAY, A. A. **Introdução à Pesquisa Operacional.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

LONGARAY, A. A. et al. **Modelos de Arrendamento portuário: uma proposta de revisão sistemática da literatura sobre o tema.** V CIDESPORT - Congresso Internacional de Desempenho Portuário. Florianópolis : [s.n.]. 2018. p. 1-21.

LONGARAY, A. A. et al. **Modelos de Arrendamento Portuário: uma metassíntese.** Florianópolis - SC: [s.n.]. 2019. p. 170-182.

MACHADO, T. P. S. D. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Desenvolvimento de Produtos usando a abordagem MCDA-C. **Production**, p. 542-559, 2015.

MINAYO, M. C. D. S. **Pesquisa Social - Teoria, método e criatividade**. Petrópolis - RJ: [s.n.], v. 18 Edição, 2001.

MUNIM, Z. H.; SAEED, N.; LARSEN, O. I. 'Tool port' to 'landlord port': a game theory approach to analyse gains from governance model transformation. **Maritime Policy & Management**, 2018.

NASCIMENTO, L. P. A. D. S.; SILVA, A. C. S. D.; BELDERRAIN, M. C. N. Revisão de Literatura sobre a aplicação do método ANP ao problema de seleção de fornecedores. **XL SBPO - A Pesquisa Operacional e o uso racional de recursos hídricos**, João Pessoa - PB, 2008.

NÓBREGA, C. A. W. D. Indicadores de Desempenho Portuário, 2003. Disponível em: <https://docgo.net/philosophy-ofmoney.html?utm_source=antaq-cartilha>. Acesso em: 07 maio 2020.

PERDIGÃO, D. M.; HERLINGER, M.; WHITE, O. M. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier, 2001.

PIDD, M. **Measuring the performance of public services: principles and practice**. New York: Cambridge University Press, 2012.

POVEDA-BAUTISTA, R.; BAPTISTA, D. C.; GARCÍA-MELÓN, M. Setting competitiveness indicators using BSC and ANP. **International Journal of Production Research**, London - UK, v. 50, n. 17, p. 4738-4752, September 2012.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M. O Apoio Multicritério à Decisão na avaliação de candidatos. **Produção**, São Paulo - SP, 20, n. 1, jan./mar. 2010.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social - Métodos e Técnicas**. [S.l.]: Editora Atlas S.A., v. 3ª Edição - Revista e Ampliada, 2012.

ROCHA, C. H.; BRITTO, P. A. P. D. Project Finance and Concession Pricing Models: An Application to Brazilian Ports. **Latin American Business Review**, n. 16, p. 127-141, June 2015.

RODRIGUES, L. R. **Seleção de fornecedores sustentáveis utilizando Fuzzy DEMATEL-ANP**. São Carlos, p. 166. 2017.

ROESCH, S. M. A. **Projeto de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples. **Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle**, v. 1, n. tome 2, p. 57-75, 1968.

ROY, B.; VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergences, Basic Features and Current Works. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**, 5, 1996. 23-38.

SAATY, R. W.; SAATY, T. L. **Decision Making in Complex Environments - The ANP for dependence and feedback**. Pittsburgh: [s.n.], v. 1, 2016.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw - Hill Makron, 1991. 367 p.

SAATY, T. L. Fundamentals of the Analytic Network Process. **ISAHP**, Kobe - Japan, p. 1-14, 1999.

SAATY, T. L. Fundamentals of the Analytic Network Process - Dependence and feedback in decision-making with a single network. **Journal of systems science and systems engineering**, Pittsburgh, v. 13, n. 2, p. 129-157, 2004.

SAEED, N.; LARSEN, O. I. Container terminal concessions: A game theory application to the case of the ports of Pakistan. **Maritime Economics & Logistics**, p. 237-262, 2010.

SALOMON, V. A. P. Analytic Hierarchy process. In: _____ **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios: aplicações na indústria aeroespacial**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010. p. 248.

SANTOS, M. A. R. D.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Analytic network process and balanced scorecard applied to the performance evaluation of public health systems. **Pesquisa Operacional**, v. 2, n. 35, p. 353-361, December 2015.

SCILAB. **Scilab**, 2021. Disponível em: <<https://www.scilab.org/>>. Acesso em: 14 junho 2021.

SEVKLI, M. et al. Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. **Expert Systems with Applications**, n. 39, p. 14-24, 2012.

SILVA, A. C. S. D.; NASCIMENTO, L. P. A. D. S.; BELDERRAIN, M. C. N. Aplicação do Método Analytic Network Process (ANP) com abordagem BOCR no contexto militar. **Simpósio De Pesquisa Operacional E Logística Da Marinha**, p. 11., Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, A. C. S. D.; OLIVEIRA, C. A. D.; BELDERRAIN, M. C. N. Analytic Network Process. In: _____ **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios: aplicações na indústria aeroespacial**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010. p. 248.

SILVA, R. R. C. C.; MATTIA, C. D. Ciência Administrativa e gestão pública: uma crítica à primazia do privado em relação ao público. **Caderno EBAPE FGV**, Rio de Janeiro - RJ, 14, n. 4, 2016.

SIQUEIRA, G. B. A.; FILHO, A. T. D. A. Aplicação do Método Electre I para Seleção de Ideias de Inovação. **XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Ubatuba - SP, 2011.

TASLICALI, A. K.; ERCAN, S. The Analytic Hierarchy & the Analytic Network Process in multicriteria decision making: a comparative study. **Journal of Aeronautics and Space Technologies**, v. 2, n. 4, p. 55-65, July 2006.

TONDOLO, V. et al. Sustainable operations practices and sustainable performance: relationships and moderators. **International Journal of Proctivity and Performance Management**, July 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2019-0552>>.

TONGZON, J.; HENG, W. Port privatization, efficiency and competitiveness: Some. **Transportation Research Part A**, p. 405-424, February 2005. ISSN 39.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em ciências sociais - A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo - SP: Editora Atlas S.A., 1987.

WHITAKER, R. Validation examples of the Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process. **Mathematical and Computer Modelling**, p. 8400-859, 2007.
WORLD BANK. **Port Reform Toolkit**. [S.l.]. 2007.

WU, W.-W.; LEE, Y.-T. Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process. **Expert Systems with Applications**, n. 32, p. 841-847, 2007.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. Porto Alegre - RS: Bookman, v. 2º edição, 2001.

YÜKSEL, I.; DAGDEVIREN, M. Using the fuzzy analytic network process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case study for a manufacturing firm. **Expert Systems with Applications**, n. 37, p. 1270-1278, 2010.

ZHUANG, W.; LUO, M.; FU, X. A game theory analysis of port specialization—implications to the Chinese port industry. **Maritime Policy & Management**, p. 268-287, 2014.

Apêndice A

Exemplo de Rotina Computacional

A seguir descreve-se código simplificado de aplicação do método ANP a partir de um exemplo para a seleção de fornecedores com três critérios. A rotina embasou-se nos trabalhos de Rodrigues (2017), Silva, Oliveira e Belderrain (2010) e Salomon (2010). Além disso, a aplicação desenvolveu-se no *software Scilab* (2021) disponível livremente na rede e suporta linguagens C, C++, *Java* e *Fortran*.

```
//Matriz de julgamento dos critérios
//objetivo //critérios: entrega, preço, qualidade
//alternativas: fornecedor A, fornecedor B, fornecedor C
clear;clc;
//Matrizes de comparação
//Aa. alternativas x alternativas
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
AAAA = [1 4 2; 1/4 1 1/2; 1/2 2 1;];
printf("AAAA = \n"); disp(AAAA);
//A alternativas alternativas forn A
//Calculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(AAAA(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(AAAA(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(AAAA(1:3,3)); printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);
r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
lmax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3;]; printf(" O autovalor máximo é: %g.\n", lmax);
n=3 //nº de linhas e colunas da matriz
IR=0.58 //índice tabela saaty
IC=(lmax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);
if (RC<0.10);
```

```

printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//Ab. alternativas x alternativas
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
AAAB = [1 1 1; 1 1 1; 1 1 1];
printf("AAAB = \n"); disp(AAAB); //A alternativas alternativas B
//Cálculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(AAAB(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(AAAB(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(AAAB(1:3,3)); printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);
r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
lmax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3];
printf(" O autovalor máximo é: %g.\n", lmax);
n=3 //nº de linhas e colunas da matriz
IR=0.58 //índice tabela saaty
IC=(lmax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);
if (RC<0.10);
printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//Ac. alternativas x alternativas
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
AAAC = [1 1/3 1; 3 1 3; 1 1/3 1];
printf("AAAC = \n");
disp(AAAC);
//A alternativas alternativas forn C
//Cálculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(AAAC(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(AAAC(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(AAAC(1:3,3)); printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);

```

```

r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
lmax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3;]; printf(" O autovalor máximo é: %g.\n", lmax);
n=3 //nº de linhas e colunas da matriz
IR=0.58 //inserir tabela saaty
IC=(lmax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);
if (RC<0.10);
printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//Ba. alternativas x criterios
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
BACA = [1 1/3 1/5; 3 1 1/3; 5 3 1;];
printf("BACA = \n"); disp(BACA);
//B alternativas criterios forn A
//Calculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(BACA(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(BACA(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(BACA(1:3,3)); printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);
r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
lmax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3;]; printf(" O autovalor máximo eh: %g.\n", lmax);
//nº de linhas e colunas da matriz
n=3
// tabela saaty

```

```

IR=0.58
IC=(Imax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);
if (RC<0.10);
printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//neste exemplo essas matrizes a,b,c são iguais
//Bb. alternativas x critérios
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
//B alternativas critérios forn b
BACB = BACA; printf("BACB = \n"); disp(BACB);
//neste exemplo essas matrizes são iguais
//Bc. alternativas x critérios
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
//B alternativas critérios forn C
BACC = BACB;
printf("BACA = \n"); disp(BACA);
printf("BACB = \n"); disp(BACB);
printf("BACC = \n"); disp(BACC);
//Ca. critérios x alternativas
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
CCAA = [1 1/5 3; 5 1 9; 1/3 1/9 1]; printf("CCAA = \n"); disp(CCAA);
//C critérios alternativas forn A
//Cálculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(CCAA(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(CCAA(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(CCAA(1:3,3)); printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);
r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
Imax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3;]; printf(" O autovalor máximo eh: %g.\n", Imax);
n=3 //nº de linhas e colunas da matriz
IR=0.58 //inserir tabela saaty
IC=(Imax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);

```

```

if (RC<0.10);
printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//Cb. critérios x alternativas
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
CCAB = [1 1/7 1/5; 7 1 3; 5 1/3 1]; //C critérios alternativas forn B
//Cálculo do autovetor e autovalor
//Soma das colunas
s1 = sum(CCAB(1:3,1)); printf("s1 = %g\n", s1);
s2 = sum(CCAB(1:3,2)); printf("s2 = %g\n", s2);
s3 = sum(CCAB(1:3,3)) ; printf("s3 = %g\n", s3);
//Soma dos inversos
r1=1/s1; printf("r1 = %g\n", r1); r2=1/s2; printf("r2 = %g\n", r2);
r3=1/s3; printf("r3 = %g\n", r3); rt=r1+r2+r3; printf("rt = %g\n", rt);
//Normalização
n1=r1/rt; printf("n1 = %g\n", n1);
n2=r2/rt; printf("n2 = %g\n", n2);
n3=r3/rt; printf("n3 = %g\n", n3);
nt=n1+n2+n3; printf("nt = %g\n", nt);
//Autovetor normalizado
v1=n1/nt; printf("v1 = %g\n", v1);
v2=n2/nt; printf("v2 = %g\n", v2);
v3=n3/nt; printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);
//Autovalor
lmax=[s1 s2 s3;]*[v1; v2; v3;]; printf(" O autovalor máximo eh: %g.\n", lmax);
n=3 //nº de linhas e colunas da matriz
IR=0.58 //inserir tabela saaty
IC=(lmax - n)/(n-1);
RC=IC/IR
printf("RC = %g\n", RC);
if (RC<0.10);
printf(" Matriz consistente!!\n");
else printf("Matriz inconsistente, revisar!!");
end
//Cc. critérios x alternativas preço
//Matriz de decisão, autovetor e CR dos elementos do cluster
CCABv = [0.38;0.285;0.335];
//C critérios alternativas forn C
//Cálculo do autovetor e autovalor
//Autovetor normalizado
v1= CCAB(1,1); printf("v1 = %g\n", v1);
v2=CCAB(2,1); printf("v2 = %g\n", v2);
v3=CCAB(3,1); printf("v3 = %g\n", v3);
vt=v1+v2+v3; printf("vt = %g\n", vt);

//Matriz de alcance global entre clusters
//alternativas x critérios
MAG=[1 1;1 0;];printf("MAG = \n");disp(MAG);

```

```

//Matriz de alcance local entre todos os elementos da rede
//alternativas x critérios
MAL = [1 1 1 1 1 1;1 1 1 1 1 1;1 1 1 1 1 1;
      1 1 1 0 0 0;1 1 1 0 0 0;1 1 1 0 0 0;];
printf("MAL = \n");disp(MAL);

//Supermatriz sem peso
printf("SM = \n");
SM=[0.571 0.333 0.200 0.158 0.380 0.077;
    0.143 0.333 0.600 0.763 0.285 0.677;
    0.286 0.333 0.200 0.077 0.335 0.238;
    0.111 0.111 0.111 0    0    0;
    0.231 0.231 0.231 0    0    0;
    0.652 0.652 0.652 0    0    0;]

disp(SM);

//Supermatriz ponderada
printf("SMP =\n ");
SMP=[0.143 0.083 0.050 0.039 0.095 0.019;
     0.036 0.083 0.150 0.19 0.071 0.169;
     0.071 0.083 0.050 0.01 0.084 0.060;
     0.083 0.083 0.083 0.000 0.000 0.000;
     0.173 0.173 0.173 0.000 0.000 0.000;
     0.489 0.489 0.489 0.000 0.000 0.000;]

disp(SMP);
//Verificar se somatório de cada coluna é estocástica
B01=sum(SMP(1:6,1))
disp(B01)
if B01>=0.99 then
    printf("Coluna 01 é estocástica");
    else printf("Rever os cálculos ou normalizar");
end
B02=sum(SMP(1:6,2))
disp(B02)
if B02>=0.99 then
    printf("Coluna 02 é estocástica");
    else printf("Rever os cálculos ou normalizar");
end
B03=sum(SMP(1:6,3))
disp(B03)
if B03>=0.99 then
    printf("Coluna 03 é estocástica");
    else printf("Rever os cálculos ou normalizar");
end
B04=sum(SMP(1:6,4))
disp(B04)
if B04>=0.99 then
    printf("Coluna 04 é estocástica");
    else printf("Rever os calculos ou normalizar");
end

```

```

B05=sum(SMP(1:6,5))
disp(B05)
if B05>=0.99 then
    printf("Coluna 05 é estocástica");
    else printf("Rever os cálculos ou normalizar");
end
B06=sum(SMP(1:6,6))
disp(B06)
if B06>=0.99 then
    printf("Coluna 06 é estocástica\n");
    else printf("Rever os cálculos ou normalizar\n\n");
end

//Supermatriz ponderada
printf("SMAP = ");
SMPF=[ 0.144 0.140 0.139 0.090 0.095 0.080;
        0.466 0.469 0.469 0.081 0.088 0.096;
        0.199 0.199 0.200 0.079 0.068 0.074;
        0.021 0.021 0.021 0.083 0.083 0.083;
        0.043 0.043 0.043 0.173 0.173 0.173;
        0.122 0.122 0.122 0.489 0.489 0.489];
disp(SMPF);

SML01=SMPF*SMPF; printf("SML01 = "); disp(SML01);
SML02=SML01*SML01; printf("SML02 = "); disp(SML02);
SML03=SML02*SML02; printf("SML03 = "); disp(SML03);
SML04=SML03*SML03; printf("SML04 = "); disp(SML04);
SML05=SML04*SML04; printf("SML05 = "); disp(SML05);

//Matriz Limite
printf("SML04 = "); disp(SML04)
//Somatorio blocos
//bloco 01 coluna 1,2,3
B1C1=sum(SML04(1:3,1)); printf("B1C1 = "); disp(B1C1);
B1C2=sum(SML04(1:3,2)); printf("B1C2 = "); disp(B1C2);
B1C3=sum(SML04(1:3,3)); printf("B1C3 = "); disp(B1C3);
//bloco 01 coluna 4,5,6
B1C4=sum(SML04(1:3,4)); printf("B1C4 = "); disp(B1C4);
B1C5=sum(SML04(1:3,5)); printf("B1C5 = "); disp(B1C5);
B1C6=sum(SML04(1:3,6)); printf("B1C6 = "); disp(B1C6);
//bloco 02 coluna 1,2,3
B2C1=sum(SML04(4:6,1)); printf("B2C1 = "); disp(B2C1);
B2C2=sum(SML04(4:6,2)); printf("B2C2 = "); disp(B2C2);
B2C3=sum(SML04(4:6,3)); printf("B2C3 = "); disp(B2C3);
//bloco 02 coluna 4,5,6
B2C4=sum(SML04(4:6,4)); printf("B2C4 = "); disp(B2C4);
B2C5=sum(SML04(4:6,5)); printf("B2C5 = "); disp(B2C5);
B2C6=sum(SML04(4:6,6)); printf("B2C6 = "); disp(B2C6);
//Resultado
printf("Resultado = \n\n");

```

```
R01=(SML04(1,1))/(B1C1)*100;printf("ENTREGA    -> %g%%\n",R01);
R02=(SML04(2,1))/(B1C1)*100;printf("PREÇO      -> %g%%\n",R02);
R03=(SML04(3,1))/(B1C1)*100;printf("QUALIDADE  -> %g%%\n",R03);
R04=(SML04(4,1))/(B2C3)*100;printf("FORNECEDOR A -> %g%%\n",R04);
R05=(SML04(5,1))/(B2C3)*100;printf("FORNECEDOR B -> %g%%\n",R05);
R06=(SML04(6,1))/(B2C3)*100;printf("FORNECEDOR C -> %g%%\n",R06);
```