

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AMANDA GRACHINSKI**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS  
USANDO MÉTODOS MULTICRITÉRIOS: ESTUDO DE CASO DE UMA  
EMPRESA DE FERRAGENS E FERRAMENTAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA  
2017**

**AMANDA GRACHINSKI**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS  
USANDO MÉTODOS MULTICRITÉRIOS: ESTUDO DE CASO DE UMA  
EMPRESA DE FERRAGENS E FERRAMENTAS**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Aldo Braghini Junior

**PONTA GROSSA**

**2017**



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS PONTA GROSSA  
*Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção*



## TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

Proposta de melhoria de portfólio de produtos usando métodos multicritérios: estudo de caso de uma empresa de ferragens e ferramentas.

por

*Amanda Grachinski*

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 09 de outubro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Aldo Braghini Junior**  
Prof. Orientador

---

**Prof. Everton Melo**  
Membro titular

---

**Prof. Claudia Picinin**  
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

## RESUMO

GRACHINSKI, Amanda. **Proposta de melhoria de portfólio de produtos usando métodos multicritérios: estudo de caso de uma empresa de ferragens e ferramentas**. 2017, 54f. Trabalho de Conclusão de Curso, (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

A competitividade e os desafios continuam aumentando e a busca por se manter no mercado faz com que as empresas invistam cada vez mais em otimização dos recursos. Otimização dos recursos depende de vários fatores, onde a administração da tomada de decisão aparece com grande importância. Dentre essas decisões importantes na busca da otimização, está a forma de conduzir a gestão de portfólio de produtos da empresa. Este trabalho busca otimizar o portfólio de produtos, auxiliando a tomada de decisão de uma empresa no âmbito do varejo. As metodologias utilizadas neste trabalho, são os métodos AHP e Electre I, com foco na gestão do portfólio. Tendo como finalidade, a priorização dos projetos já ativos e a junção de novas linhas de produtos, agregando valor e melhorias a empresa. As linhas priorizadas foram analisadas pelos dois métodos, obtendo neste caso como melhor linha de produtos a de EPI's.

**Palavras-Chave:** Gestão de portfólio; Priorização de portfólio; Métodos multicritério; AHP; Electre I.

## ABSTRACT

GRACHINSKI, Amanda. **Proposal of improvement of product portfolio using multi-criteria methods: case study of a ironmongery and tools company.** 2017, 54f. Final course assignment, (Bachelor of Production Engineering) - Federal Technological University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The competitiveness and challenges continue to increase and the search for staying in this market makes companies invest more and more in optimizing resources. The optimization of resources depends on several factors, where the administration of the decision making appears with great importance. Among these important decisions in the search for optimization is the way to manage the company's product portfolio management. This work seeks to organize and optimize the product portfolio, helping a decision making of the company without the right to the customer. As methodologies in this work, are AHP and Electre I methods, with a focus on portfolio management. With the purpose of prioritizing already active projects and joining new product lines, adding value and improvements to the company. The prioritized lines were analyzed by the two methods, obtaining in this case as the best product line the EPI's.

**Keywords:** Portfolio management; Portfolio Prioritization; Multicriteria methods; AHP; Electre I.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da gestão de portfólio .....	13
Figura 2 - Classificação dos métodos de análise de decisões. ....	17
Figura 3 - Modelo de hierarquia de critérios para o método AHP.....	19
Figura 4 - Sistema de interdependência ANP. ....	21
Figura 5 - Fluxo de decisões do ANP.....	22
Figura 6 - Fluxograma de hierarquia dos critérios.....	31
Figura 7 - Pesos relativos com relação ao critério custo de compra. ....	38
Figura 8 - Pesos relativos em relação ao critério lucro de venda. ....	39
Figura 9 - Pesos relativos em relação ao critério espaço em estoque. ....	39
Figura 10 - Pesos relativos em relação ao critério investimento inicial. ....	40
Figura 11 - Pesos relativos com relação ao critério alinhamento com os objetivos...	41
Figura 12 - Pesos relativos com relação ao critério variedade dos produtos. ....	41
Figura 13 - Pesos relativos com relação ao critério usabilidade nas indústrias. ....	42

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo da matriz e comparação para o método AHP.....	19
Quadro 2 - Descrição de modelos ELECTRE. ....	24
Quadro 3 - Descrição dos métodos PROMETHEE. ....	26
Quadro 4 - Critérios com suas respectivas notas.....	32
Quadro 5 - Lista de critérios e suas respectivas siglas. ....	32
Quadro 6 - Lista de linhas de produtos e suas respectivas siglas.....	33
Quadro 7 - Critérios de estudo e seus respectivos pesos. ....	36
Quadro 8 - Análises dos índices de consistência das matrizes de projetos. ....	42
Quadro 9 - Prioridade composta dos projetos estudados. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de comparação AHP. ....	34
Tabela 2 - Matriz Normalizada AHP. ....	35
Tabela 3 - Índice de consistência aleatória (RI). ....	37
Tabela 4 - Matriz comparativa normalizada, critério C1. ....	38
Tabela 5 - Matriz comparativa normalizada, critério C2. ....	38
Tabela 6 - Matriz comparativa normalizada, critério C3. ....	39
Tabela 7 - Matriz comparativa normalizada, critério C4. ....	40
Tabela 8 - Matriz comparativa normalizada, critério C5. ....	40
Tabela 9 - Matriz comparativa normalizada, critério C6. ....	41
Tabela 10 - Matriz comparativa normalizada, critério C7. ....	42
Tabela 11 - Matriz de prioridades relativas de cada projeto em relação a cada critério. .....	43
Tabela 12 - Matriz de concordância completa.....	45
Tabela 13 - Relação de Superação, matriz de concordância. ....	46
Tabela 14 - Relação de superação, matriz de discordância.....	47
Tabela 15 - Espelho de superação, matriz de concordância.....	47
Tabela 16 - Espelho de superação, matriz de concordância.....	48
Tabela 17 - Matriz de relações de superações.....	48

## LISTA DE SIGLAS

PMI	Project Management Institute
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
AHP	Analytical Hierarchy Process
MCDA	Multicriterial Decision Analysis
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
ANP	Analytic Network Process

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 OBJETIVOS .....	9
1.1.1 Objetivo Geral .....	9
1.1.2 Objetivos Específicos .....	9
1.2 JUSTIFICATIVAS .....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1 PORTFÓLIO .....	11
2.1.1 Portfólio de Projetos .....	11
2.1.2 Portfólio de Produtos .....	12
2.1.3 Gestão de Portfólio .....	12
2.2 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA GESTÃO DE PORTFÓLIO .....	14
2.3 FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PORTFÓLIO .....	16
2.4 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS .....	17
2.4.1 AHP .....	18
2.4.2 ANP .....	20
2.4.3 MAUT .....	23
2.4.4 ELECTRE .....	23
2.4.5 PROMETHEE .....	25
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	27
3.1 CLASSIFICAÇÃO .....	27
3.2 ESTUDO DE CASO .....	27
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	28
3.4 EMPRESA ESTUDADA .....	29
3.4.1 Problema .....	30
3.5 CRITÉRIOS PARA GESTÃO DAS LINHAS DE PRODUTOS .....	31
3.5.1 Transformação de Dados .....	32
<b>4 RESULTADOS</b> .....	34
4.1 METODOLOGIA AHP .....	34
4.1.1 Matrizes Comparativas De Critérios .....	34
4.1.2 Matrizes Comparativas de Projetos .....	37
4.2 MÉTODO ELECTRE I .....	44
4.2.1 Concordância e Discordância .....	44
4.2.2 Espelho de Superação .....	47
4.2.3 Relação de Superação .....	48
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	49
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

Em um cenário qual a concorrência é global, se renovar e se manter atualizado faz com que as empresas continuem ativas e competitivas. Segundo Cavalcanti et al. (2015), pesquisas afirmam que uma gestão correta e completa, auxilia na diminuição de custos e possui ligação direta com a alta qualidade, o que possibilita o aumento de produtividade e a abertura de mercado.

Seja com enfoque na melhoria da qualidade, ou na diminuição dos custos, quando uma empresa investe em melhorias de gestão produz resultados melhores.

Segundo Carvalho, Lopes e Marzagão (2013) a busca por crescimento e melhoria de resultados atrelado ao fator dos recursos escassos, traz a necessidade de investimento somente em projetos e produtos capazes de trazer um diferencial e vantagem competitiva. Para administrar interesses, estratégias e riscos, a gestão de portfólio se torna vital.

O sucesso de uma empresa no mercado em que está inserida, depende diretamente do gerenciamento de produtos, projetos e portfólio (EBERT, 2007). Todos os tipos de empresa, que trabalham com múltiplos produtos, devem-se preocupar com a gerência de seus produtos, ou seja, com seu portfólio de produtos.

Com finalidade de ajudar neste processo, a utilização de ferramentas e modelos de auxílio a tomada de decisão têm papel fundamental. Os modelos trazem a otimização da tomada de decisão, resultando em diminuição de custos, riscos e tempo. O processo de tomada de decisão em um ambiente dinâmico é cercado de problemas e opções de grande complexidade. Esta complexidade vem acompanhada de muitas variáveis e informações que dificultam o processo decisório, estando o aumento de complexidade diretamente ligado à quantidade de variantes.

O foco principal deste trabalho está na otimização do gerenciamento de portfólio de produto utilizando métodos multicritérios em uma empresa varejista de ferragens e ferramentas. Os métodos multicritérios conseguem englobar diferentes objetivos e incontáveis critérios dos projetos, tendo assim a tomada de decisão com uma visão mais geral das opções existentes e dos problemas a serem sanados. Desta maneira, é possível obter a tomada de decisão, tendo em conta todos os pontos que se julgue importante para a mesma.

Mesmo que dentro das opções de multicritério existam diversos métodos, a abordagem multicritério tem enfoque em fazer com que se olhe para a decisão a ser tomada, pensando nos eventos que o podem afetar e os recursos que devem ser utilizados, levando a um caminho de possíveis ações para se obter o melhor resultado.

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho se dividem em objetivo geral e objetivos específicos.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Aplicar métodos de tomada de decisão com a finalidade de otimização do portfólio de produtos em uma empresa varejista da área de ferragens e ferramentas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as metodologias existentes de métodos multicritério encontrados na literatura, que possam ser aplicadas na gestão de portfólio.
- Identificar quais os principais critérios que devem ser levados em consideração quando se estuda a priorização de portfólio.
- Desenvolver análises de priorização de linhas de produtos, utilizando metodologias multicritério.
- Reorganizar o portfólio de produtos de uma empresa varejista de ferragens e ferramentas.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

A gestão de portfólio de produtos tem ligação direta com o sucesso e a lucratividade da empresa. Com a gestão constante do portfólio, o mesmo pode abrir espaço para novas ideias, tendo em vista que os produtos possuem ciclo de vida

reduzido. O mesmo fator interfere na lucratividade da empresa, ou seja, com novos produtos entrando, ou retirada de antigos produtos que já não são tão aceitos, pode-se maximizar a receita.

Esta gestão de portfólio de produtos passa por um processo complexo de tomada de decisão. Pode-se ainda encontrar organizações que gerenciam a tomada de decisão na área de projetos e novos produtos de maneira impulsiva e errônea.

Os modelos multicritérios têm a finalidade de auxiliar e otimizar vários processos de tomada de decisão, inclusive na área de gerenciamento de projetos e portfólios, sendo instrumentos eficazes e reduzindo a chance de erros. A utilização de modelos e métodos específicos, além de ajudar na escolha, proporciona uma justificativa embasada para analisar quando se deve começar ou interromper um projeto.

No âmbito acadêmico, as metodologias de auxílio a tomada de decisão são ótimas opções a serem consideradas pois estão em constante crescimento, tendo sua utilização abrangendo inúmeras circunstâncias.

A tomada de decisão feita de maneira correta, pode ser responsável por grandes diferenças a longo prazo, como o aumento da lucratividade e o ganho de espaço no mercado. Estes pontos justificam o estudo mais aprofundado, a fim de auxiliar na melhoria do processo de decisão e da gestão do portfólio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PORTFÓLIO

A terminologia 'portfólio' pode ser encontrada com diversas utilizações, sendo sua principal na indústria. Quando se fala em portfólio, o mais comum é o portfólio de projetos, seguido do portfólio de produtos. Alguns tipos de portfólios são ainda pouco difundidos, mas estão em crescimento, principalmente nas indústrias de grande porte, que são os portfólios de consumidores, fornecedores e de marcas (BONIN, 2010).

Segundo o *Project Management Institute* (PMI) (2006), a gestão de portfólio tem conexão direta com a estratégia competitiva de uma empresa. O portfólio é a junção de investimentos feitos e planejados, levando-se em conta os objetivos e as metas estabelecidas. Utilizando-se do portfólio, são tomadas as decisões estratégicas, como de investimentos, recursos e tempo. A metodologia de portfólios pode ser utilizada em diversos ramos, como industriais, logísticos, comerciais e de varejo, por exemplo.

#### 2.1.1 Portfólio de Projetos

Guido e Clements (2010) descrevem projeto como sendo a junção de tarefas relacionadas e da utilização eficaz dos recursos disponíveis, em que a junção dos esforços faz com que se atinja um objetivo específico. Pode-se ainda encontrar, segundo o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (2013), que projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único.

Os projetos possuem um objetivo bem definido, o qual pode ser um produto, um serviço ou um resultado esperado. A condução de um projeto é feita a partir de várias tarefas distintas, sem repetição e que devem ser cumpridas em uma sequência pré-determinada (GUIDO; CLEMENTS, 2010).

O portfólio de projetos é composto por todos os projetos, podendo ser segmentados por setores ou englobar toda a empresa, podendo ainda ser chamado de carteira de projetos. Estes projetos podem estar ou não inseridos em programas (XAVIER et al., 2009).

O processo de desenvolvimento de novos produtos deve possuir bom funcionamento, criar produtos de qualidade e, além desses quesitos, ter relação com o portfólio de produtos (CRAWFORD; DI BENEDETTO, 2006). O portfólio já existente deve ser levado em consideração, ao ponto de que os produtos ali existentes devem ter uma correlação, e estar em equilíbrio com a proposta que a empresa procura.

### 2.1.2 Portfólio de Produtos

Além do portfólio de projetos, o qual é muito difundido, o portfólio de produtos tem grande importância para uma gestão completa de uma empresa. Este portfólio deve estar alinhado, a fim de traduzir a estratégia e os objetivos da empresa, sendo visto como o conjunto de produtos atuais ou futuros abordados pela organização (McNALLY et al, 2009).

O conjunto de produtos disponibilizados por uma empresa é o que consiste um portfólio de produtos. Este portfólio é o que a coloca de forma competitiva no mercado, seja qual for o seguimento em que ela se encontra inserida (NETO et al., 2013).

### 2.1.3 Gestão de Portfólio

O processo de gerenciamento de portfólio pode ser visto como um processo envolvendo múltiplas decisões, em um sistema dinâmico que é constantemente revisado (LEES; MIGUEL, 2016). Segundo Lees e Miguel, o gerenciamento de portfólio serve para garantir que o conjunto de projetos e produtos escolhidos e mantidos no portfólio atenda aos objetivos organizacionais.

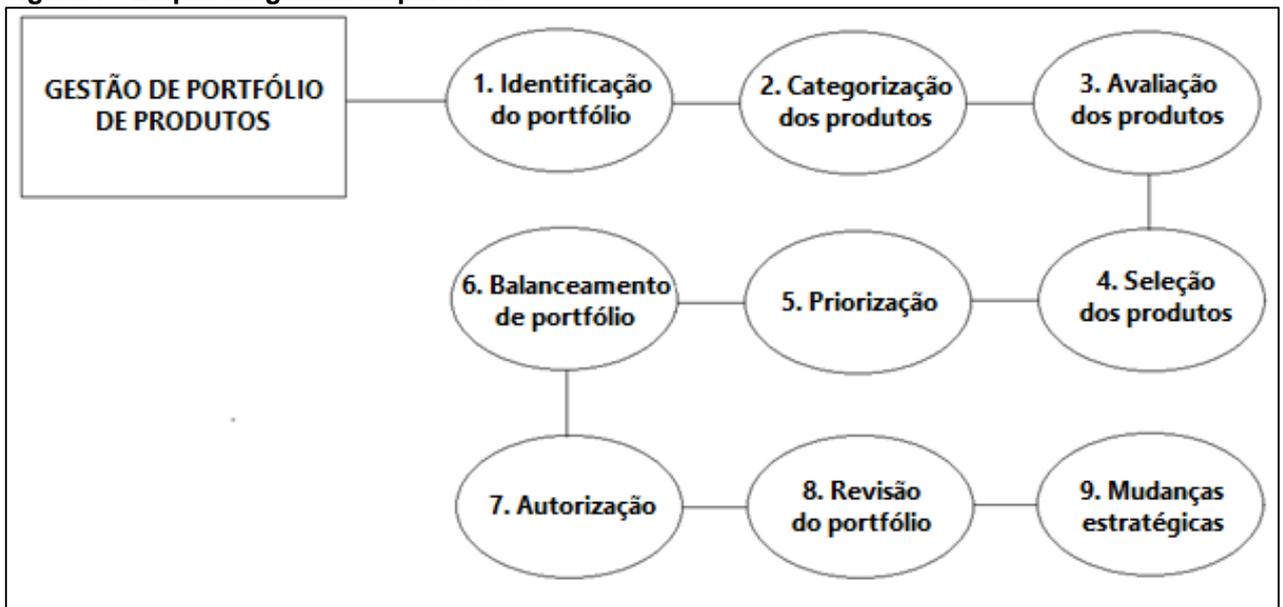
Os motivos para se preocupar com o gerenciamento do portfólio se devem por vários motivos distintos. Dentre os vários objetivos que podem ser selecionados pelas organizações, alguns são mencionados com maior frequência, como a maximização do valor da organização, o equilíbrio do portfólio e o ajuste de portfólio com a estratégia da organização (NOWAK, 2013).

As empresas que se preocupam com o mercado também a longo prazo, têm a tendência de pensar sobre a necessidade de analisar seu portfólio periodicamente. Esta análise não deve englobar apenas pontos tangíveis, tendo como exemplo a

rentabilidade, mas também incluir os pontos intangíveis. As motivações de uma organização a continuar com determinadas linhas ou produtos em seus portfólios são variadas, porém, a principal tendência é retirar o produto quando ele não é mais economicamente atrativo. Esta ação não é recomendada de imediato, já que muitos motivos internos e externos podem ser a causa da falta de rentabilidade, e muitas vezes a resolução de tais problemas é mais atrativa do que a própria retirada do produto (FIOLA et al., 2009).

A gestão irá avaliar, e priorizar os projetos e produtos, sendo eles novos ou já ativos, e então podendo ser acelerados, cancelados ou modificados. Este processo de gerenciamento pode ser compreendido em nove etapas distintas, descritas pelo PMI (2006), como visto na Figura 1.

**Figura 1 - Etapas da gestão de portfólio**



**Autor: Adaptado de BONIN (2010)**

Algumas literaturas e pesquisas listaram problemas que as empresas encontram nesse gerenciamento. Entre estas dificuldades, as que mais são mencionadas estão no processo de tomadas de decisões, que envolvem riscos e incertezas (McNALLY et al., 2009). A fim de minimizar essa problemática, em qualquer modelo de portfólio, são utilizadas metodologias auxiliares a tomada de decisão, metodologias as quais serão abordados mais à frente deste trabalho.

## 2.2 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA GESTÃO DE PORTFÓLIO

A finalidade da seleção de critérios é auxiliar, simplificar e diminuir os erros da análise da gestão de portfólio. Estes critérios são utilizados na grande maioria das metodologias de gestão. Os critérios são utilizados no processo de avaliação, seleção e priorização de produtos. A escolha destes critérios envolve fatores que irão contribuir para a tomada de decisão, seja essa contribuição positiva ou negativa. Eles podem ainda, ter relação com os benefícios que essas mudanças trarão para a organização (NETO, 2010).

A seleção dos produtos que irão compor o portfólio de produtos pode seguir muitos critérios. Os critérios que serão utilizados para avaliar os produtos podem ser tanto de origem quantitativa como qualitativa. O conhecimento sobre as consequências das decisões tomadas em uma seleção é limitado, e sempre carregam várias incertezas (NOWAK, 2013).

Miguel (2007), nos mostra que estes critérios devem ser muito bem escolhidos, inclusive recomenda, que tal tarefa seja feita por uma equipe ou comitê qualificado, que saiba os objetivos e necessidades tanto da empresa, quanto da gestão do portfólio. Além da escolha dos critérios, é feita a atribuição de notas aos mesmos. Critérios e pesos atribuídos com qualidade serão o ponto chave de uma análise com bons resultados.

Vale ressaltar que a avaliação do portfólio é feita levando em conta todos os critérios disponíveis de todos os produtos previamente selecionados. Desta maneira deve-se conhecer os benefícios e perdas subsequentes das interações entre os produtos incluídos no portfólio (NOWAK, 2013).

Estes critérios podem ser divididos em grandes áreas. Eles são explanados com mais clareza na sequência:

### 1) Financeiros

A avaliação do impacto que os projetos têm sobre o valor da organização demonstra os benefícios financeiros do projeto. Segundo Vargas (2010), os critérios financeiros amplamente conhecidos e utilizados são:

- Retorno do Investimento (ROI);
- Lucro, em moeda;

- Valor presente líquido (VLP);
- Período de retorno (*Payback*); e
- Taxa financeira de custo/benefício.

Por serem variáveis quantitativas, a análise destes critérios dos projetos geralmente não causa grandes problemas (NOWAK, 2013).

## 2) Estratégicos

Os critérios estratégicos, como o próprio nome sugere, são derivados da estratégia da organização. Estes critérios são determinados através de mecanismos de desdobramento da estratégia, diferenciando quais critérios são utilizados de uma organização para outra (VARGAS, 2010).

## 3) Riscos

Risco, neste caso estudado, pode ter sua definição como sendo o valor esperado do custo com relação às incertezas. O gerenciamento de riscos é feito nas organizações a fim de determinar projeções de risco dos novos projetos e investimentos (VARGAS, 2010).

## 4) Urgência

Segundo Vargas (2010) um projeto pode ter nível de urgência elevado, por diversos motivos, e então requerer decisões e prioridade imediata.

## 5) Comprometimento das Partes Interessadas

Este comprometimento é descrito por Vargas (2010) como uma maneira de avaliar o nível de comprometimento de forma geral ou dividindo em subgrupos como:

- Comprometimento do cliente;
- Comprometimento da comunidade;
- Comprometimento da organização;
- Comprometimento dos órgãos reguladores;
- Comprometimento da equipe do projeto; e
- Comprometimento do gerente do projeto.

## 6) Conhecimento Técnico

Os projetos demandam conhecimentos específicos. Quanto mais conhecimento técnico disponível, maior será a facilidade de elaborar o projeto, reduzindo então os custos do mesmo (VARGAS, 2010).

## 2.3 FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PORTFÓLIO

Dentro da gestão de portfólio, pode-se encontrar inúmeras metodologias que tem como objetivo o auxílio na tomada de decisão, que é de grande importância para o bom funcionamento da organização. Os processos utilizados para avaliação, seleção ou priorização de projetos ou produtos irão identificar quais as melhores escolhas, segundo a estratégia, metas e critérios definidos pela empresa (NOCÊRA, 2009).

A priorização de portfólio de produtos tem inter-relação com o balanceamento de portfólio. Baseado na priorização de portfólio são executados os projetos mais viáveis para a empresa, e o balanceamento irá gerenciar o melhor momento em que cada projeto será feito.

Vargas (2010) diz que terão maior prioridade os projetos cujos benefícios crescem em maior escala do que os custos. Não necessariamente os custos dos projetos se relacionam somente a encargos financeiros, mas também inclui outros conceitos como esforços requeridos, burocracias e riscos.

Encontra-se várias técnicas de otimização da gestão de portfólio na literatura, porém, a escolha deve estar alinhada com a facilidade de implementação e os recursos que se tem disponível (PEDROSO; PAULA; SOUZA, 2012).

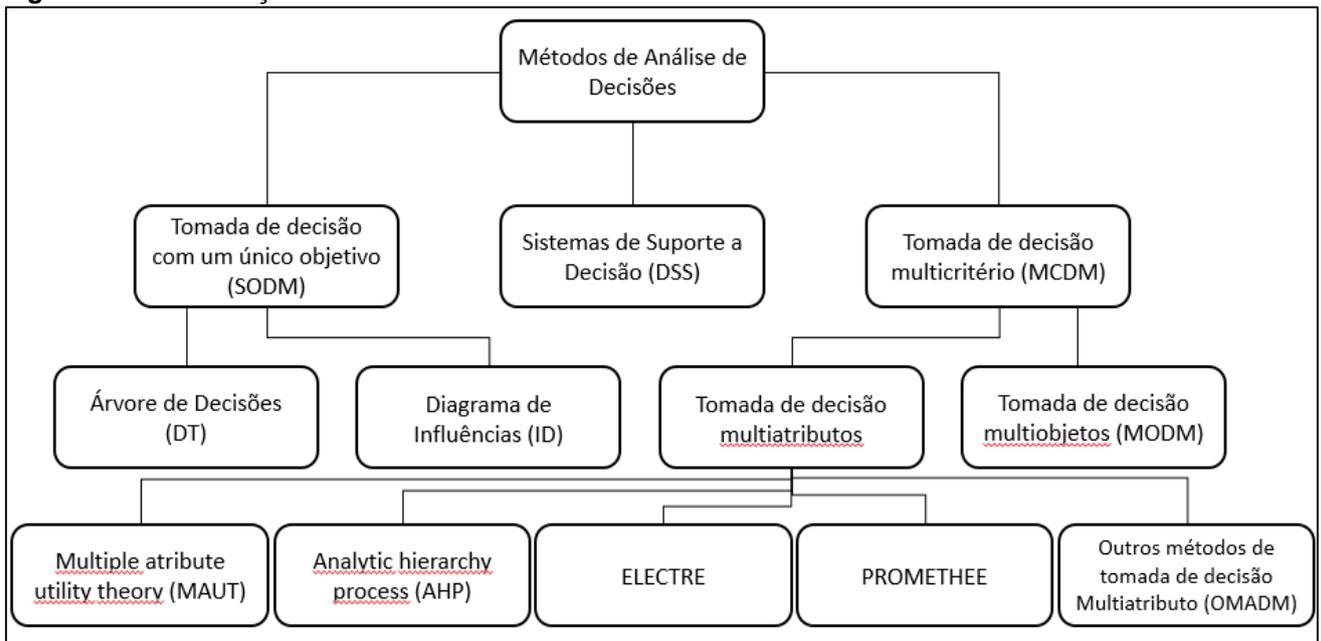
Segundo Moreira (2008), entre as principais ferramentas técnicas utilizadas, pode-se encontrar: o *Q-sort* e o *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, modelos que fazem uma correlação entre os projetos e produtos, categorizando a tomada de decisão; modelos de pontuação ou *scoring model*, que fazem a priorização dos projetos através de pontuação de critérios, podendo ser chamados de multicritérios; modelos econômicos tradicionais, mostrando a relação entre custo-benefício e riscos; programação linear e regressão linear.

Algumas outras metodologias podem ser encontradas para tal finalidade e que são bastante difundidas, como o modelo de notas, representação gráfica, como o gráfico de bolhas (BONIN, 2010). Estas metodologias são utilizadas a fim de analisar dados e realizar comparações simples.

Zhou et al. (2006), classificam estas ferramentas de priorização como: tomada de decisão com um único objetivo (SODM), sistemas de suporte a decisão (DSS) e

tomada de decisão multicritério (MCDM), mostrados na Figura 2, dando uma maior atenção a classificação de multicritério.

**Figura 2 - Classificação dos métodos de análise de decisões.**



Fonte: Zhou et al. (2006)

Os diversos modelos vistos tendem ao mesmo objetivo, diferenciando-se na sistemática utilizada para chegar ao resultado desejado. Dentre as metodologias encontradas na literatura, o presente trabalho tem seu foco nos modelos de multicritério, que serão abordados a seguir.

## 2.4 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS

Os primeiros métodos com base em multicritérios de apoio a decisão surgiram em meados da década de 1970, conhecidos como *Multicriteria Decision Analysis* (MCDA). Esses métodos, em grande maioria assumem que os critérios e suas atribuições tem valores evidentes, facilitando assim sua classificação e sendo utilizados para problemas complexos, que possuem objetivos múltiplos (WANG et. al, 2009).

Segundo Lopes e Figueiredo (2008), se pode classificar os modelos multicritérios segundo suas escolas de pensamento, criando assim três grupos:

- Métodos vindo da escola de pensamento americana têm sua base na construção de um escore de preferência, que seria uma única função de valor;
- Escolas europeias, que possuem seu enfoque em realizar comparações par-a-par, a fim de relacionar evidências de superação entre as opções existentes; e
- Métodos interativos, que também são conhecidos como programação matemática multiobjetiva. Estes métodos procuram solucionar mais de um objetivo.

Quando uma organização necessita optar por qual metodologia utilizar, primeiramente analisa o problema que deseja sanar e opta pelo método em que a metodologia tenha o enfoque alinhado com o objetivo da organização.

Os métodos descritos a seguir são considerados pela literatura como os principais modelos da atualidade na gestão de portfólio. Segundo Zhou et al. (2006), o AHP e *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT) são os métodos mais expressivos da escola de pensamento americana.

Entre os métodos das escolas europeias, que também podem ser chamados de métodos *outranking*, os principais métodos existentes são as famílias ELECTRE e PROMETHEE (GREENE et al., 2011). As famílias ELECTRE e PROMETHEE também são selecionadas por Zhou et al. (2006), juntamente com os métodos AHP e MAUT como as mais expressivas metodologias multicritério. Como complementação da metodologia AHP, Yuksel e Dagdeviren (2007) afirmam que o método *Analytic Network Process* (ANP) deve ser considerado.

#### 2.4.1 AHP

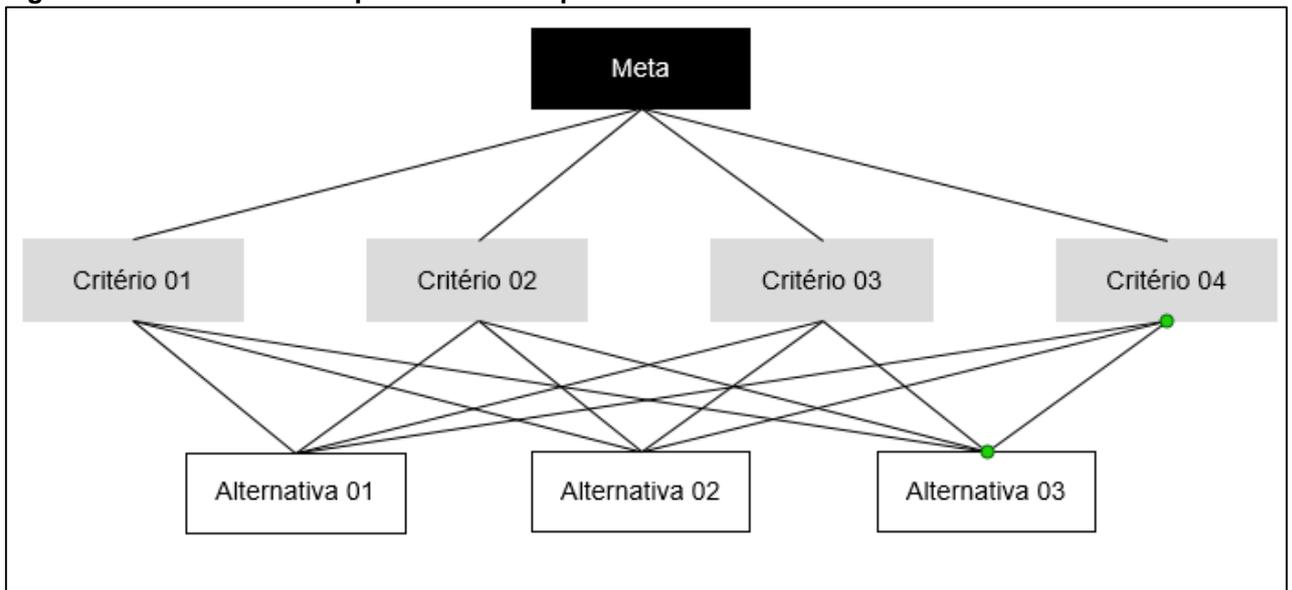
O método AHP, como já sugere seu nome, utiliza-se de critérios de hierarquia. Segundo Dalalah, AL-Oqla e Hayajneh (2010), o AHP faz a comparação par-a-par a fim de aumentar a precisão dos resultados.

Este modelo faz com que as comparações se tornem valores numéricos, facilitando a avaliação dos elementos existentes na hierarquia, a qual é montada conforme a preferência dos critérios. Quando se monta a hierarquia, os critérios vão sendo comparados a fim de determinar a importância relativa entre os próprios pares e seu peso relativo ao objetivo geral (VARGAS, 2010).

Kousalya et al. (2012) dividem a metodologia do AHP em três fases. A primeira seria o estabelecimento da hierarquia estrutural, no qual o objetivo geral está ao topo,

seguido pelos critérios e subcritérios que auxiliam na decisão, tendo ao fim em sua base as alternativas de decisão, como na Figura 3.

**Figura 3 - Modelo de hierarquia de critérios para o método AHP**



Fonte: Vargas (2010)

A Figura 3 exemplifica o sistema base utilizada pela metodologia AHP. Esta hierarquia de meta, critérios e alternativas é uma forma de organizar as ideias e objetivos existentes.

Tendo a hierarquia montada, a segunda fase consiste em priorizar os elementos existentes em cada nível, montando um conjunto de matrizes de comparação, como o modelo no Quadro 1. Essa preferência pode ser feita de várias maneiras, sendo a mais utilizada a escala indo de 1 a 9, sendo que a importância cresce de forma gradativa juntamente aos números. Como última fase, tem-se os valores das matrizes para cada nível, encontrando então os pares com melhores resultados.

**Quadro 1 - Modelo da matriz e comparação para o método AHP.**

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>...</b>	<b>An</b>
<b>A1</b>	<b>w1/w1</b>	<b>w1/w2</b>		<b>w1/wn</b>
<b>A2</b>	<b>w2/w1</b>	<b>w2/w2</b>		<b>w2/wn</b>
<b>...</b>				
<b>An</b>	<b>wn/w1</b>	<b>wn/w2</b>		<b>wn/wn</b>

Fonte: Kousalya et al. (2012)

O Quadro 1 é composto dos critérios, identificados como  $An$  e de seus respectivos valores atribuídos, identificados como  $wn$ . Cada uma das células centrais representa a razão entre os valores atribuídos dos critérios, linha por coluna. Estes valores são normalizados, para utilização em cálculos posteriores.

A partir dos valores encontrados nas comparações par a par, calcula-se os valores de contribuição. Vargas (2010) diz que este cálculo de contribuição individual dos critérios é feito a partir do vetor de prioridade (Eigen), que expressa de forma aproximada os pesos relativos entre os critérios.

Sua análise pode ser comparada a metodologia de média ponderada, qual cada performance entre os pares é multiplicada pelo seu peso, que ao fim todos esses resultados são somados. Este procedimento se repete, começando da base da hierarquia, até atingir o topo. A alternativa com a maior pontuação é a mais indicada (WANG et. al, 2009).

Por fim, Dalalah, AL-Oqla e Hayajneh (2010) explicam que uma análise do índice de consistência é feita para testar a veracidade dos resultados obtidos. Este índice é calculado pela Equação 1.

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

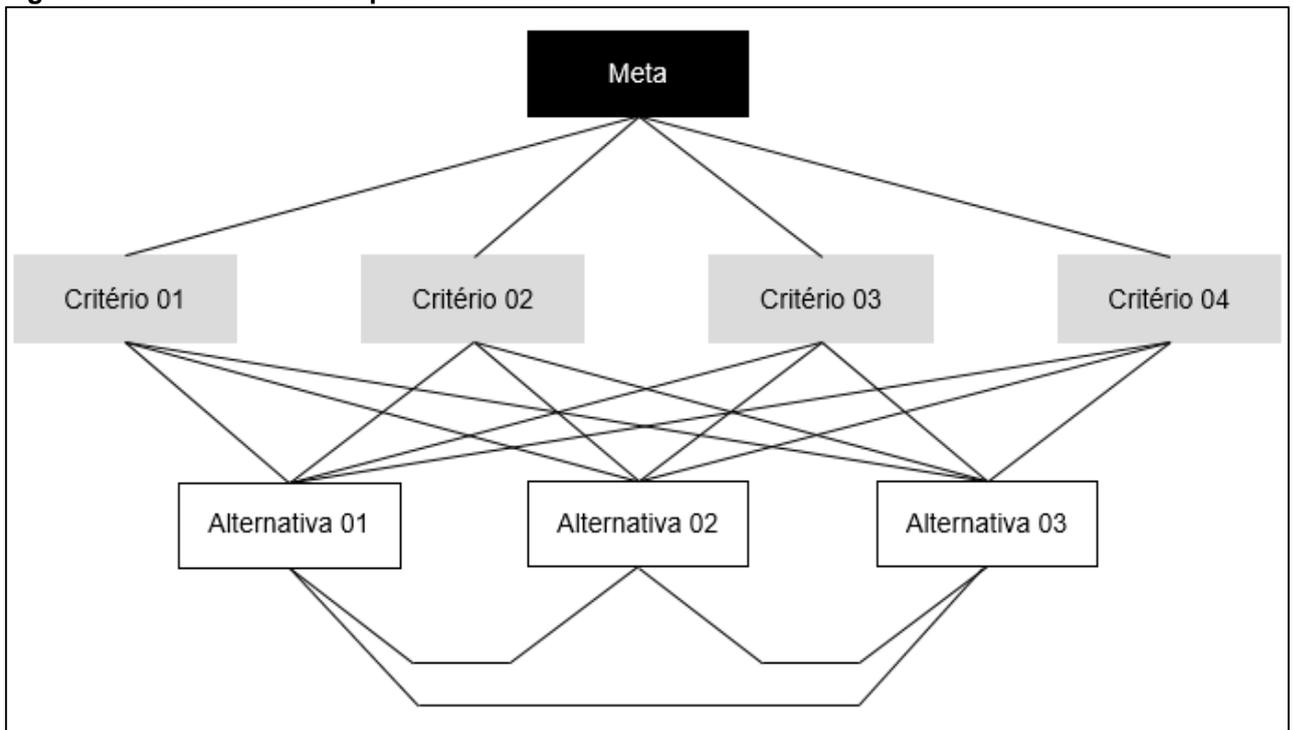
Onde  $CI$  é o índice de consistência e o  $n$  é o número de critérios. O valor de  $\lambda_{\max}$  será o valor calculado do vetor de Eigen. A matriz pode ser aceita sempre que este índice indicar um valor menor que 10% ou 0,1. Este valor de  $CI$  pode ainda ser verificado através da taxa de consistência ( $CR$ ), que é a razão entre o  $CI$  e o índice de consistência aleatória ( $RI$ ), que também deve ser inferior a 10% ou 0,1.

#### 2.4.2 ANP

O modelo ANP, assim como o AHP foi criado por Saaty. Segundo Yuksel e Dagdeviren (2007), diferente do modelo ANP, o modelo AHP supõe que cada critério é independente, algo que só se pode ter certeza quando se estuda o ambiente, o problema e os critérios. Este sistema de inter-relação pode ser visto na Figura 4.

O ANP pode ser considerado uma generalização do método AHP, já que considera os critérios como uma rede interdependente, sem fazer qualquer suposição sobre os elementos utilizados no estudo. Este método não foi ainda muito discutido, por não ser comumente empregado em modelos de decisão, porém, no início dos anos 2000 houve um aumento significativo da aplicação do ANP (JHARKHARIAA; SHANKAR, 2007).

**Figura 4 - Sistema de interdependência ANP.**



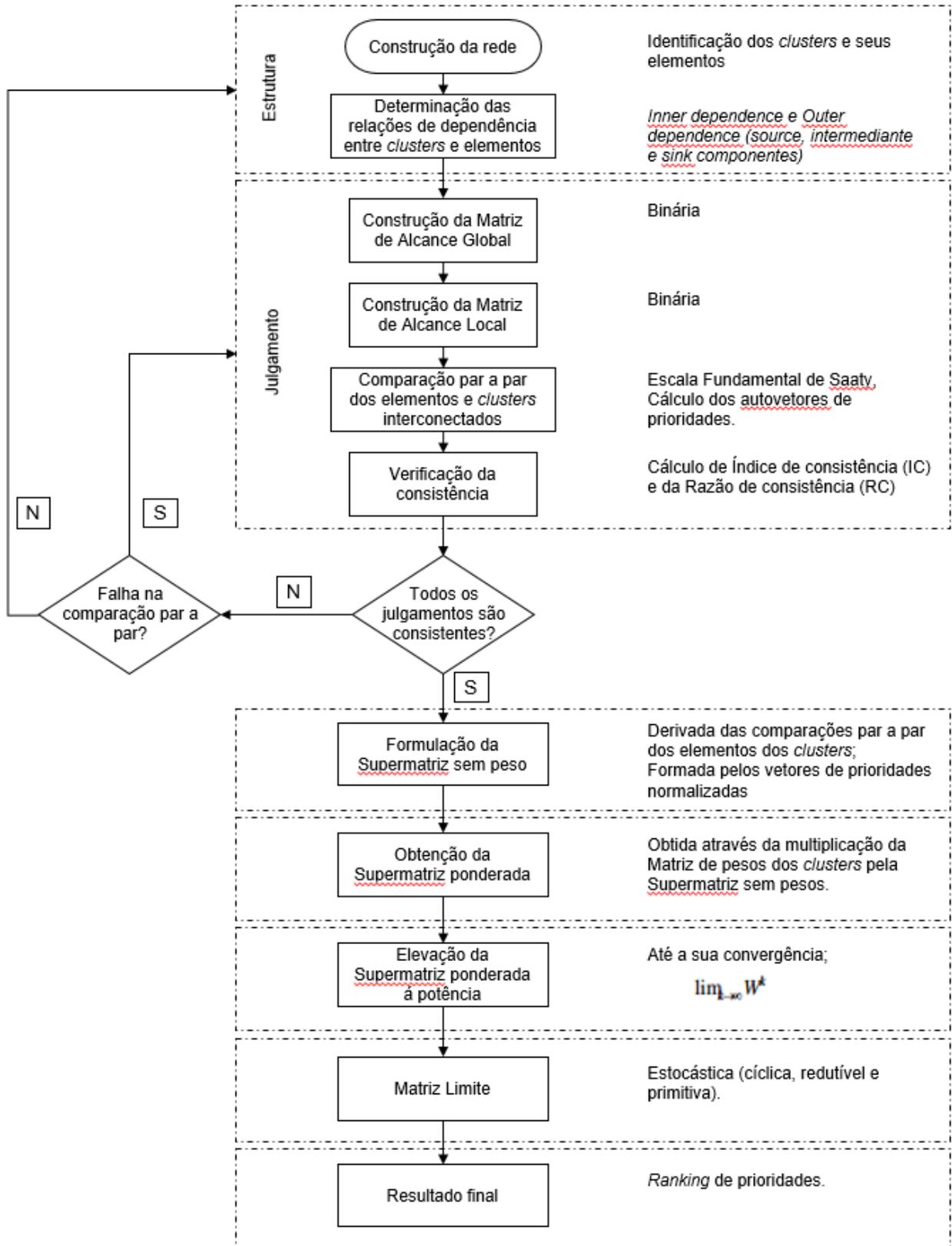
Fonte: Autor (2017)

O sistema da metodologia ANP, mostrado na Figura 4, se assemelha com o visto anteriormente na Figura 3, da metodologia AHP. O ponto que difere as duas hierarquias, Figura 3 e Figura 4, está na comparação das alternativas. Enquanto a metodologia AHP somente se preocupa em comparar os critérios, a metodologia ANP compara também suas alternativas, par a par, como os critérios.

A comparação das alternativas cria um cenário mais real, tendo uma visão mais geral e detalhista dos problemas e opções.

O fluxograma contido na Figura 5, mostra o sistema de decisão completo do modelo ANP.

Figura 5 - Fluxo de decisões do ANP.



Fonte: Nascimento, da Silva e Belderrain (2008)

Este fluxograma construído na Figura 5 é a exemplificação de uma das principais características no modelo ANP, o qual é a decomposição do problema em uma estrutura de rede interligada, estudando suas relações e dependências.

#### 2.4.3 MAUT

O princípio da metodologia MAUT é definir uma função de utilidade cardinal, incluindo todos os critérios relevantes. A otimização desta função multiatributo é sujeita às restrições do problema (BALTEIRO; ROMERO, 2007). Brasil (2016) afirma que sua base é a ideia de que todos os decisores envolvidos terão a tentativa de otimizar todos os pontos levados em conta.

Segundo Balteiro e Romero (2007), o primeiro passo da metodologia MAUT é a identificação das funções individuais para cada um dos critérios. O segundo passo é unir todas essas funções encontradas, criando assim uma função de Multiatributo.

A metodologia MAUT utiliza uma função multiatributo  $u(x_1, x_2, \dots, x_n)$  para obter um índice combinado de diversos atributos  $X_1, X_2, \dots, X_n$  em um índice de valor. Este índice de valor é definido sobre o espaço de consequência, e obrigatoriamente deve atender às propriedades da teoria da utilidade (GARCEZ, 2013).

Para Ferreira Filho et al. (2006) a aplicação desta teoria da utilidade é feita de maneira simples e direta, seguida pela estruturação do problema, atribuindo valores conforme uma classificação feita para os critérios de cada alternativa, como por exemplo a conversão de índices como 'bom' e 'ruim', para valores 0 e 1.

#### 2.4.4 ELECTRE

O método ELECTRE é na verdade uma família de métodos multicritério de superação ou subordinação. Segundo Costa et al. (2007) teve início com o trabalho de Roy (1968), e no atual momento foi sucedido por ELECTRE II, III, IV, IS, TR e TRI, descritos no Quadro 2.

O ELECTRE pode ser aplicado tanto a fim de apoiar a decisão, quanto na tomada de decisão em si. Tem sua origem na Escola Francesa de Análise Multicritério, na qual os modelos se caracterizam por utilizar o conceito francês *súrclassante*, sendo encontrado na língua inglesa como o termo *outranking* e na língua portuguesa como

superação, subordinação, superclassificação ou denominação. Este conceito nos diz que uma alternativa genérica  $a \in A$  domina outra alternativa genérica  $b \in A$  ( $a S b$ ), se não forem encontrados argumentos suficientes que provem que  $a$  é pior que  $b$ . O princípio destes métodos é encontrar as alternativas que se sobressaem entre as demais, em um maior número de critérios (COSTA; COSTA; CAIADO, 2006).

**Quadro 2 - Descrição de modelos ELECTRE.**

MÉTODO	DESCRIÇÃO
<b>PROBLEMA DE ESCOLHA</b>	
<b>ELECTRE I e IS</b>	O conjunto de alternativas é dividido em dois subconjuntos: alternativas não-dominadas e dominadas. O método ELECTRE I usa o conceito de critério verdadeiro para estabelecer as relações de sobreclassificação, segundo o qual há um acordo completo (em um critério geral $j$ ) que uma alternativa $a$ é pelo menos tão boa quanto outra alternativa $b$ , se o desempenho de $b$ é menor do que o de $a$ . O ELECTRE IS usa o conceito de pseudo-critério, segundo a qual há um acordo completo que uma alternativa $a$ é pelo menos tão boa como outra alternativa $b$ , mesmo se o desempenho é ligeiramente menor (dentro de um limite aceitável $q$ ) do que $b$ .
<b>PROBLEMA DE ORDENAÇÃO</b>	
<b>ELECTRE II, III e IV</b>	O objetivo principal desses métodos é ordenar as alternativas no conjunto de alternativas viáveis. O método ELECTRE II usa o conceito de critério verdadeiro para estabelecer as relações de sobreclassificação, mas usa uma estrutura de relaxamento para a ordenação de alternativas. Nesta estrutura de relaxamento é considerada a construção de dois grafos: Grafo Forte e Grafo Fraco. Os métodos ELECTRE III e IV utilizam o conceito de pseudo-critério para estabelecer um grau de credibilidade, a partir do qual ocorre a ordenação das alternativas por um processo de “destilação”. O método ELECTRE IV é usado na ordenação de alternativas em problemas em que o decisor não pode (ou não quer) atribuir pesos para os critérios.
<b>PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO</b>	
<b>ELECTRE TRI</b>	Este método soluciona problemas de classificação. Nesta situação as alternativas são atribuídas à classes, de acordo com sua relação de preferência. O método utiliza o conceito de pseudo-critério para estabelecer as relações de sobreclassificação, admitindo relações de preferência forte e fraca, indiferença e incomparabilidade.

Fonte: Santos (2012)

Segundo Costa, Costa e Caiado (2006), nos métodos ELECTRE quando se valida uma afirmação ( $a S b$  ou  $b S a$ ) deve-se verificar a concordância global ( $C(a,b)$ ), ou seja, para que uma afirmação seja aceita a maioria dos critérios deve ser a favor. Do mesmo modo, deve haver uma condição de concordância, que é quando nenhum dos critérios deve se opor à afirmação.

#### 2.4.5 PROMETHEE

A família de métodos PROMETHEE teve sua criação nas escolas europeias, e tem como objetivo construir uma relação de *outranking*, compreendida como uma relação de superação. Estas metodologias acrescentam informações entre as alternativas e os critérios, e usa essa relação como apoio a decisão (MELO; MEDEIROS; ALMEIDA, 2015).

Wang e Yang (2007) diz em que a metodologia PROMETHEE é adequado para problemas multicritério de padrão descrito na Equação 2, onde  $A$  é um conjunto finito de alternativas possíveis e  $f_j$  são  $n$  critérios a serem maximizados.

$$\max \{f_1(a), \dots, f_n(a) | a \in A\} \quad (2)$$

Quando compara-se duas alternativas  $a, b \in A$ , deve-se ser capaz de expressar o resultado dessas comparações em termos de preferência. Considera-se, portanto, uma função de preferência  $P$ , como na Equação 3, levando em conta a restrição existente na Equação 4.

$$P(a, b) = F(d) = F[f(a) - f(b)] \quad (3)$$

$$0 \leq P(a, b) \leq 1 \quad (4)$$

Segundo Dagdeviren (2008), o PROMETHEE permite os cálculos das Equações 5, 6, 7 e 8 para cada alternativa  $a$  e  $b$ :

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (5)$$

$$\phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (6)$$

$$\phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (7)$$

$$\phi(a) = \phi^+ - \phi^-(a) \quad (8)$$

As metodologias de multicritério que constitui a família PROMETHEE é descrita no Quadro 3.

**Quadro 3 - Descrição dos métodos PROMETHEE.**

<b>MÉTODO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>PROMETHEE I</b>	A interseção entre os fluxos anteriores estabelece uma relação de sobreclassificação parcial entre as alternativas. PROMETHEE I considera um ranking parcial de alternativas, e em alguns casos esse ranking pode estar incompleto, significando que algumas alternativas não podem ser comparadas.
<b>PROMETHEE II</b>	Classifica as alternativas, estabelecendo uma ordem decrescente de $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$ (fluxo líquido); estabelece uma ordem completa entre as alternativas. O PROMETHEE-II fornece uma classificação completa.
<b>PROMETHEE II E IV</b>	Foram desenvolvidas para o tratamento de problemas de decisão mais sofisticados, em particular com um componente estocástico.
<b>PROMETHEE V</b>	Nesta implementação, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema para as alternativas selecionadas, incorporando uma filosofia de otimização inteira.
<b>PROMETHEE VI</b>	Quando o decisor não está apto ou não quer definir precisamente os pesos para os critérios, pode-se especificar intervalos de possíveis valores em lugar de um valor fixo para cada peso. Nestes casos, a implementação do PROMETHEE VI é recomendada.

Fonte: Adaptado de Almeida e Costa (2002) e Mousavi et al. (2012).

As metodologias existentes na família PROMETHEE têm destaque por sua abrangência e pela facilidade de compreensão e implementação.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO

Esta pesquisa pode ser classificada da seguinte forma:

a. Quanto à Natureza

A atual pesquisa classifica-se como aplicada, em que os conhecimentos adquiridos segundo a literatura, sobre gerenciamento de portfólio e metodologias multicritério, são aplicados em um estudo para a melhoria do portfólio de produtos de uma empresa, a fim de contribuir na solução da tomada de decisão referente às linhas de produtos.

b. Quanto à abordagem do problema:

Pode-se classificar a pesquisa como quantitativa, obtendo-se os dados a fim de analisá-los utilizando os métodos multicritérios, priorizando assim os resultados das linhas de produtos do portfólio de produtos de uma empresa do ramo de varejo.

c. Quanto aos objetivos:

Pode-se classificar a pesquisa como exploratória, realizando um estudo preliminar do objetivo em foco, tornando o tema familiar e buscando informações para que o tema seja compreendido com maior precisão. A pesquisa exploratória do atual trabalho assume o formato de estudo de caso.

d. Quando aos Procedimentos

Classifica-se em primeiro momento como uma pesquisa bibliográfica. Os dados bibliográficos foram retirados a partir da literatura técnica. Em segundo momento, este trabalho é classificado como estudo de caso, utilizando-se destes dados cedidos pela empresa estudada.

#### 3.2 ESTUDO DE CASO

O estudo será feito com dados cedidos pelos donos da empresa estudada, coletados pela autora do trabalho. A empresa estudada, atua na área de varejo de ferramentas e ferragens. Depois de coletados os dados, os mesmos foram usados na

análise de portfólio da empresa participante do estudo de caso. Foram utilizados os métodos AHP e Electre I para a análise de portfólio da referida empresa. A motivação para a escolha destes métodos, foi pela sua vasta utilização dos mesmos em estudos com a finalidade de escolha de melhores opções.

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para a realização do trabalho, em primeiro momento, foi necessário pesquisar nas bases de dados contidas no Periódicos Capes. A pesquisa em base de dados foi feita a partir da combinação de palavras chaves sobre o tema do trabalho. As combinações foram feitas utilizando as palavras: '*portfolio management methodology*', '*portfolio of products*', '*portfolio management*', '*portfolio prioritization*' and '*multicriteria methods*'. Os artigos provenientes destas pesquisas foram previamente selecionados, sendo eles de bases nacionais e internacionais. Esta seleção foi feita a partir de análises do tema, resumo e por fim, do conteúdo na íntegra de cada artigo.

Com as informações e conhecimento adquirido, foram analisados os modelos de priorização de portfólio e os métodos multicritérios existentes, extraindo o máximo possível de informação. Desta maneira, foram pesquisados estes modelos nas diversas áreas que podem ser utilizados, enfatizando então na área de gerenciamento de portfólio. As informações encontradas foram utilizadas como base fundamental para a análise proposta.

A literatura trata essas metodologias como ferramentas de gerenciamento de portfólio de produtos. O atual trabalho se refere ao termo 'linhas de produtos' como sendo os produtos que compõem o portfólio da empresa, com a finalidade do melhor entendimento do leitor. Portanto, foi utilizada a metodologia para o gerenciamento de linhas de produtos.

Na análise sobre os melhores métodos multicritérios para o caso estudado, foram identificados os sistemas AHP e Electre I como sendo os mais indicados. As literaturas estudadas, juntamente com a análise do problema, foram os pontos base para a escolha das metodologias a se usar.

O método AHP é amplamente estudado nos dias atuais, e tem sua excelência já comprovada no auxílio da tomada de decisão. Conforme Ziotti (2015), o método de

análise hierárquica é comumente utilizado quando a tomada de decisão é complexa, auxiliando a tomada de decisão. Esta metodologia além de auxiliar, também justifica a decisão sob as demais.

Para as finalidades do atual trabalho, segundo Rogers et al. (2013), a principal metodologia da família Electre para problemas com necessidade de escolha é o Electre I, qual a busca encontra um menor conjunto que contenha as melhores alternativas. O método Electre I, assim como os outros da mesma família, possui um objetivo de construir um subconjunto de alternativas, as quais são sobreclassificadas com as não pertencentes deste subconjunto. Esta sobreclassificação um conceito de dominância, também pode ser entendido como a comparação par a par. O método se divide em duas principais fases, sendo a primeira a descrita anteriormente, a comparação par a par, e a segunda a análise dos conceitos de concordância e discordância.

Ao se estudar sobre a priorização de portfólio, foram identificados os principais pontos e critérios que devem ser estudados. Estes critérios foram formulados pela empresa do estudo de caso, e auxiliaram na tomada de decisão.

Depois de pesquisar e deter o conhecimento necessário, foram criadas tabelas no programa Excel, primeiramente para o método AHP, seguido do método Electre I. As planilhas foram alimentadas com dados coletados pelo autor, cedidos pelos donos da empresa. A fim de se obter resultados satisfatórios, as análises foram feitas inicialmente no Excel. Os resultados obtidos foram contrapostos, no programa easyAHP no caso do método AHP e no Software MCDA para o método Electre I, somente a fim de conferência. Por fim, se os resultados encontrados forem analisados como satisfatórios pela empresa, serão utilizados para a reorganização das linhas de produtos.

### 3.4 EMPRESA ESTUDADA

Fundada em 1992 e localizada na cidade de Ponta Grossa, estado do Paraná, a empresa de ferramentas e ferragens abordada no presente estudo optou pela não divulgação de seu nome, tendo motivos estratégicos.

A empresa possui uma loja física e um depósito, em localizações separadas, e ambas as localidades trabalham com as linhas de produtos descritas a seguir:

- Arruelas
- Barra rocada
- Brocas
- Chumbadores
- Casa e Jardim
- Eletrodos
- Ferramentas elétricas
- Ferramentas manuais (alicate, arco de serra, canivetes, chaves de fenda e chave de grifo)
- Parafusos (auto atarraxante, fendado, francês e sextavado)
- Porcas

#### 3.4.1 Problema

Com a propensão de mudança de local, levando em conta o grande aumento nas vendas e com o crescimento da área industrial na cidade, surgiram projetos de investimentos em diferentes ramos que competem a uma loja de ferramentas e ferragens. As novas linhas de produtos escolhidas para o estudo, são de:

- Ferramentas pneumáticas
- Ferramentas automotivas
- Ferramentas de medição e teste
- Construção civil

Além dos novos projetos a serem estudados, duas linhas de produtos, às quais até o momento se dava pouca atenção, também foram objeto de estudo para verificar-se a possibilidade de expansão das mesmas. As linhas já existentes, com estudo para expansão, são:

- Ferramentas elétricas
- EPI's

Os projetos serão analisados de forma conjunta, a fim de selecionar as três melhores linhas, independente do fato de serem pequenas linhas já existentes no portfólio ou novas linhas a serem incorporadas.

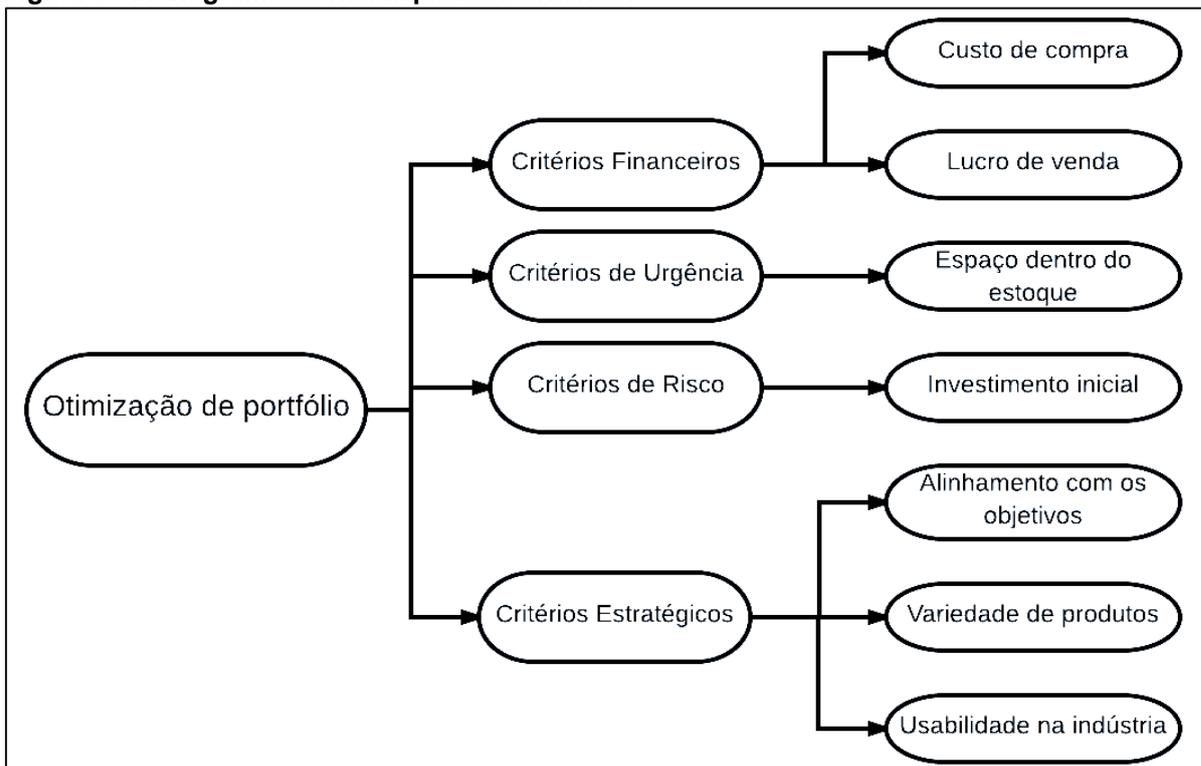
### 3.5 CRITÉRIOS PARA GESTÃO DAS LINHAS DE PRODUTOS

Para a identificação dos principais critérios para o estudo, foi feita uma avaliação interna da empresa, coordenada pelos atuais donos, com a ajuda dos funcionários. Estes critérios envolvem problemas financeiros, operacionais e outros pontos vistos como importantes para a gestão eficiente da empresa. Por fim, foi feita a construção da hierarquia com estes critérios.

A empresa estudada desenvolveu seus critérios utilizando três fases. Primeiramente foi estudado o objetivo geral da organização, que neste caso é a otimização do portfólio, a fim de estudar linhas já existentes na empresa e novos projetos de linhas. Em seguida, foram selecionadas quais grandes áreas dos critérios de gestão focar. As áreas de critérios escolhidas são: financeira, estratégica, de risco e por último, a de urgência. Na terceira fase se decidiu quais critérios seriam usados em cada uma das áreas escolhidas.

Os critérios escolhidos são apresentados na Figura 6, em uma estrutura hierárquica, contendo o objetivo geral da análise, os grupos de critérios e os critérios contidos em cada grupo.

**Figura 6 - Fluxograma de hierarquia dos critérios.**



Fonte: Autor (2017)

A partir desta hierarquia, foram analisados seus pesos, escritos como notas. Estas notas foram atribuídas a partir de uma análise de importância de cada critério para o objetivo geral da empresa, feita pelos sócios da empresa, juntamente com seus funcionários, auxiliados pelo autor deste estudo para finalização dos mesmos. Os critérios e suas respectivas notas estão no Quadro 4.

**Quadro 4 - Critérios com suas respectivas notas.**

<b>LISTA DE CRITÉRIOS</b>	<b>NOTAS</b>
Custo de compra	3,5
Lucro de venda	5,5
Espaço dentro do estoque	6
Investimento inicial	4,5
Alinhamento com os objetivos	5
Variedade de produtos	3
Usabilidade nas indústrias	6,5

**Fonte: Autor (2017).**

### 3.5.1 Transformação de Dados

A fim de facilitar as análises, as nomenclaturas das linhas e critérios estudados foram transformadas. Os critérios foram identificados pelas siglas Cn, sendo que n corresponde de 1 à 7. Esta transformação está detalhada no Quadro 5.

**Quadro 5 - Lista de critérios e suas respectivas siglas.**

<b>LISTA DE CRITÉRIOS</b>	<b>Cn</b>
Custo de compra	C1
Lucro de venda	C2
Espaço dentro do estoque	C3
Investimento inicial	C4
Alinhamento com os objetivos	C5
Variedade de produtos	C6
Usabilidade nas indústrias	C7

**Fonte: Autor (2017)**

As linhas de produtos foram identificadas como Pn, sendo que n corresponde aos números de 1 à 6, como mostra o Quadro 6.

**Quadro 6 - Lista de linhas de produtos e suas respectivas siglas.**

<b>LISTA DE LINHAS DE PRODUTOS</b>	<b>Pn</b>
Ferramentas pneumáticas	P1
Ferramentas automotivas	P2
Ferramentas de medição e teste	P3
Construção civil	P4
Ferramentas elétricas	P5
EPI's	P6

**Fonte: Autor (2017)**

Estes critérios e linhas são utilizados durante o atual trabalho para todas as metodologias, não diferindo em nome ou sigla, quando utilizados.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 METODOLOGIA AHP

O primeiro método selecionado para ser estudado foi o AHP, o qual está descrito na seção 2.4.1. Utilizando-se de dados coletados juntamente com a empresa, descritos na seção 4.3, calculou-se o que foi necessário e então pode-se encontrar os resultados mostrados a seguir.

#### 4.1.1 Matrizes Comparativas De Critérios

Com base nas hierarquias e notas estabelecidas na Figura 6 e Tabela 1, os critérios foram avaliados e comparados dois a dois, como pede a metodologia AHP. A comparação dois a dois, também conhecida como comparação par a par, é uma maneira de comparar todos os critérios entre si.

Como exemplificação, a primeira linha compara o critério C1 com os critérios C2, C3, C4, C5, C6 e C7. Desta mesma maneira, todas as outras linhas são comparadas com as colunas, consecutivamente. Esta comparação completa é mostrada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Matriz de comparação AHP.**

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>
<b>C1</b>	1,0000	0,3333	0,2857	0,5000	0,4000	1,5000	0,2500
<b>C2</b>	3,0000	1,0000	0,6667	2,0000	1,5000	3,5000	0,5000
<b>C3</b>	3,5000	1,5000	1,0000	2,5000	2,0000	4,0000	0,6667
<b>C4</b>	2,0000	0,5000	0,4000	1,0000	0,6667	2,5000	0,3333
<b>C5</b>	2,5000	0,6667	0,5000	1,5000	1,0000	3,0000	0,4000
<b>C6</b>	0,6667	0,2857	0,2500	0,4000	0,3333	1,0000	0,2222
<b>C7</b>	4,0000	2,0000	1,5000	3,0000	2,5000	4,5000	1,0000
<b>SOMA</b>	16,6667	6,2857	4,6024	10,9000	8,4000	20,0000	3,3722

Fonte: Autor (2017)

Para que seja feita a interpretação dos dados e dar continuidade aos diversos cálculos, a matriz de comparação, presente na Tabela 1, deve ser normalizada. Esta

normalização consiste na divisão de cada valor da matriz de comparação, pelo valor da soma total de cada coluna. A somatória utilizada para a normalização se encontra na última linha da Tabela 1. A matriz de comparação depois de normalizada, resulta nos valores contidos na Tabela 2.

**Tabela 2 - Matriz Normalizada AHP.**

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>
<b>C1</b>	0,0600	0,0530	0,0621	0,0459	0,0476	0,0750	0,0741
<b>C2</b>	0,1800	0,1591	0,1449	0,1835	0,1786	0,1750	0,1483
<b>C3</b>	0,2100	0,2386	0,2173	0,2294	0,2381	0,2000	0,1977
<b>C4</b>	0,1200	0,0795	0,0869	0,0917	0,0794	0,1250	0,0988
<b>C5</b>	0,1500	0,1061	0,1086	0,1376	0,1190	0,1500	0,1186
<b>C6</b>	0,0400	0,0455	0,0543	0,0367	0,0397	0,0500	0,0659
<b>C7</b>	0,2400	0,3182	0,3259	0,2752	0,2976	0,2250	0,2965

Fonte: Autor (2017)

Utilizando a matriz normalizada, calcula-se o vetor de prioridade ou vetor de Eigen. O vetor de Eigen consiste no cálculo da média aritmética dos valores de cada critério, que neste caso é a média de cada uma das linhas da Tabela 1. O cálculo deste vetor está descrito, sem seguida, na Equação 9.

$$Vetor\ Eigen = \frac{\sum Cn}{\eta} \quad (9)$$

Onde:

Cn é a linha que se está somando;

η é o número de critérios somados;

Calcula-se os valores para cada um dos critérios existentes, separadamente. Os valores resultantes deste vetor têm relação direta com o resultado final, já que estes valores são utilizados como pesos, ou seja, determina a importância de cada critério para o objetivo geral. Os valores encontrados nesta etapa estão contidos no Quadro 7.

**Quadro 7 - Critérios de estudo e seus respectivos pesos.**

<b>LISTA DE CRITÉRIOS</b>	<b>PESO</b>
Custo de compra	0,0573
Lucro de venda	0,1702
Espaço dentro do estoque	0,2222
Investimento inicial	0,0971
Alinhamento com os objetivos	0,1286
Variedade de produtos	0,0444
Usabilidade nas indústrias	0,2803

Fonte: Autor (2017).

Em seguida, como uma forma de verificação dos dados usados e encontrados até o momento, calcula-se o índice de consistência (*CI*). Segunda Vargas (2010) este índice tem como sua base o valor principal de Eigen, que é a resultante da soma produto de cada um dos elementos calculados no vetor de Eigen, pelo total de sua respectiva coluna, existente na matriz original. Esta equação já foi mostrada anteriormente na Equação 1.

Para o presente estudo, o valor principal de Eigen, conhecido também como  $\lambda_{\max}$ , foi de 7,0704. Utilizando este valor, o índice de consistência encontrado foi de 0,0117, como mostrado na Equação 10.

$$CI = \frac{7,0704 - 7}{7 - 1} = 0,011 \quad (10)$$

A fim de então verificar a consistência dos valores obtidos, é verificado o índice *CI*. Para isso, Saaty e Vargas (2012), propõe que a taxa de consistência (*CR*) seja o próximo passo a ser seguido. Esta taxa é calculada a partir do índice de consistência (*CI*), em razão do índice de consistência aleatória (*RI*), como consta na Equação 11.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

Segundo Vargas (2010), o valor de *RI* é fixo e tabelado, e deve ter como base o número de critérios que estão sendo avaliados no estudo. A Tabela 3, nos mostra os valores fixos utilizados para esse cálculo.

**Tabela 3 - Índice de consistência aleatória (RI).**

$\eta$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>RI</b>	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,32	1,40	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

No caso do estudo, são 7 critérios, que corresponde a um RI igual a 1,32. Com CI igual a 0,0117 encontrado anteriormente, esta razão resultou em 0,0089, como pode ser observado na Equação 12.

$$CR = \frac{0,0117}{1,32} = 0,0089 \sim 0,89\% \quad (12)$$

Para ser considerada consistente a taxa de consistência tem que ser menor que 10% ou 0,1. Tendo que 0,0089 é inferior à 0,1, o CR encontrado é consistente.

#### 4.1.2 Matrizes Comparativas de Projetos

Posteriormente, uma análise de sensibilidade é feita para cada um dos critérios, em relação as linhas de produtos. A mesma metodologia utilizada na priorização dos critérios, foi utilizado na priorização das linhas estudadas.

Neste momento, a matriz de comparação é feita utilizando as linhas estudadas, refazendo os passos mostrados anteriormente, para cada um dos critérios existentes. São feitas tabelas separadas para cada um dos critérios, pois a análise é feita de forma individual. Estas matrizes foram normalizadas, e são apresentadas nas Tabelas 4 a 10, seguidas pelos cálculos de prioridade relativa, em cada um dos cenários estudados, Figuras 7 a 13.

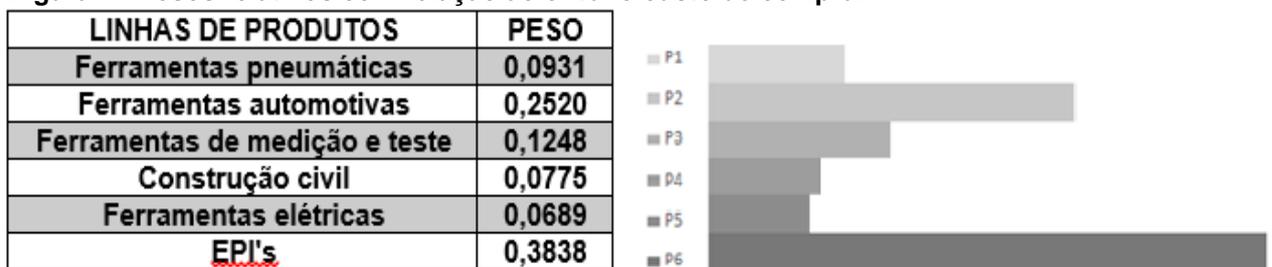
O estudo do critério 'custo de compra', como mostrado nos valores contidos da Tabela 4 e graficamente na Figura 7, nos mostra que os EPI's é a linha com maior índice.

Tabela 4 - Matriz comparativa normalizada, critério C1.

Custo de Compra	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,0914	0,0771	0,0764	0,1037	0,1095	0,1004
P2	0,2743	0,2314	0,2866	0,2633	0,2555	0,2008
P3	0,1372	0,0925	0,1146	0,1436	0,1460	0,1147
P4	0,0703	0,0701	0,0637	0,0798	0,0876	0,0934
P5	0,0610	0,0661	0,0573	0,0665	0,0730	0,0892
P6	0,3658	0,4627	0,4013	0,3431	0,3285	0,4015

Fonte: Autor (2017)

Figura 7 - Pesos relativos com relação ao critério custo de compra.



Fonte: Autor (2017).

Para o critério C2, o qual é o 'lucro de venda', com sua matriz normalizada contida na Tabela 5, pode-se concluir com base nos seus cálculos vistos na Figura 8, que a linha de ferramentas elétricas se mostra superior às demais. O valor encontrado para esta linha se mostra superior às demais, segundo este critério.

Tabela 5 - Matriz comparativa normalizada, critério C2.

Lucro de venda	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,1275	0,1139	0,1560	0,1509	0,1290	0,1171
P2	0,2168	0,1936	0,2057	0,2130	0,1720	0,2131
P3	0,0580	0,0668	0,0709	0,0592	0,0903	0,0609
P4	0,0750	0,0807	0,1064	0,0888	0,1032	0,0761
P5	0,3570	0,4067	0,2837	0,3107	0,3611	0,3806
P6	0,1658	0,1383	0,1773	0,1775	0,1445	0,1522

Fonte: Autor (2017)

Figura 8 - Pesos relativos em relação ao critério lucro de venda.

LINHAS DE PRODUTOS	PESO
Ferramentas pneumáticas	0,1324
Ferramentas automotivas	0,2024
Ferramentas de medição e teste	0,0677
Construção civil	0,0884
Ferramentas elétricas	0,3500
<u>EPI's</u>	0,1593



Fonte: Autor (2017)

A Tabela 6, nos mostra a matriz comparativa normalizada do critério 'espaço em estoque', o qual segundo os cálculos explanados na Figura 9, tem maior peso na linha de produtos EPI's. Pode-se ver no gráfico, que o peso relativo é superior aos demais.

Tabela 6 - Matriz comparativa normalizada, critério C3.

Espaço em estoque	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,0826	0,0665	0,0624	0,1031	0,1211	0,0925
P2	0,1240	0,0998	0,0728	0,1374	0,1474	0,1027
P3	0,2892	0,2993	0,2185	0,2748	0,2526	0,1849
P4	0,0551	0,0499	0,0546	0,0687	0,0947	0,0841
P5	0,0359	0,0356	0,0455	0,0382	0,0526	0,0734
P6	0,4132	0,4489	0,5462	0,3779	0,3316	0,4624

Fonte: Autor (2017).

Figura 9 - Pesos relativos em relação ao critério espaço em estoque.

LINHAS DE PRODUTOS	PESO
Ferramentas pneumáticas	0,0880
Ferramentas automotivas	0,1140
Ferramentas de medição e teste	0,2532
Construção civil	0,0678
Ferramentas elétricas	0,0469
<u>EPI's</u>	0,4300



Fonte: Autor (2017)

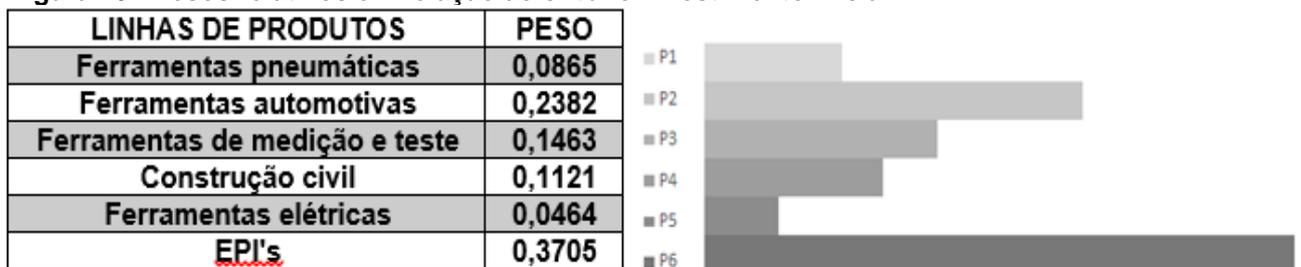
Para o critério 'investimento inicial', a Tabela 7 e a Figura 10, demonstram em seus cálculos, que o projeto 6, linha de EPI's, possui peso superior aos demais. Em relação a este critério, fica evidenciado sua superioridade.

Tabela 7 - Matriz comparativa normalizada, critério C4.

Investimento inicial	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,0840	0,0748	0,0671	0,0702	0,1250	0,0980
P2	0,2521	0,2244	0,2684	0,2632	0,2250	0,1960
P3	0,1681	0,1122	0,1342	0,1579	0,1750	0,1307
P4	0,1261	0,0898	0,0895	0,1053	0,1500	0,1120
P5	0,0336	0,0499	0,0383	0,0351	0,0500	0,0713
P6	0,3361	0,4489	0,4026	0,3684	0,2750	0,3920

Fonte: Autor (2017)

Figura 10 - Pesos relativos em relação ao critério investimento inicial.



Fonte: Autor (2017)

A matriz vista na Tabela 8, ao ser utilizada para calcular os valores descritos na Figura 11, define que para o critério 'alinhamento com os objetivos', o projeto com maior peso é a linha de EPI's, estudada como a abreviatura de P6.

Tabela 8 - Matriz comparativa normalizada, critério C5.

Alinhamento com os objetivos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,1034	0,1333	0,0872	0,1233	0,0956	0,1098
P2	0,0517	0,0667	0,0581	0,0548	0,0683	0,0824
P3	0,2069	0,2000	0,1744	0,2055	0,1593	0,1647
P4	0,0690	0,1000	0,0698	0,0822	0,0796	0,0941
P5	0,2586	0,2333	0,2616	0,2466	0,2389	0,2196
P6	0,3103	0,2667	0,3488	0,2877	0,3584	0,3294

Fonte: Autor (2017).

Figura 11 - Pesos relativos com relação ao critério alinhamento com os objetivos.

LINHAS DE PRODUTOS	PESO
Ferramentas pneumáticas	0,1088
Ferramentas automotivas	0,0637
Ferramentas de medição e teste	0,1851
Construção civil	0,0824
Ferramentas elétricas	0,2431
<u>EPI's</u>	0,3169



Fonte: Autor (2017)

Ao se analisar a Tabela 9 e a Figura 12, ambos sobre o critério C6, correspondente ao critério 'variedade dos produtos', pode-se concluir que a linha a ser priorizada segundo esta análise seria o P1, ferramentas pneumáticas.

Tabela 9 - Matriz comparativa normalizada, critério C6.

Variedade dos produtos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,3294	0,3103	0,3584	0,2877	0,3488	0,2667
P2	0,1098	0,1034	0,0956	0,1233	0,0872	0,1333
P3	0,2196	0,2586	0,2389	0,2466	0,2616	0,2333
P4	0,0941	0,0690	0,0796	0,0822	0,0698	0,1000
P5	0,1647	0,2069	0,1593	0,2055	0,1744	0,2000
P6	0,0824	0,0517	0,0683	0,0548	0,0581	0,0667

Fonte: Autor (2017)

Figura 12 - Pesos relativos com relação ao critério variedade dos produtos

LINHAS DE PRODUTOS	PESO
Ferramentas pneumáticas	0,3169
Ferramentas automotivas	0,1088
Ferramentas de medição e teste	0,2431
Construção civil	0,0824
Ferramentas elétricas	0,1851
<u>EPI's</u>	0,0637



Fonte: Autor (2017)

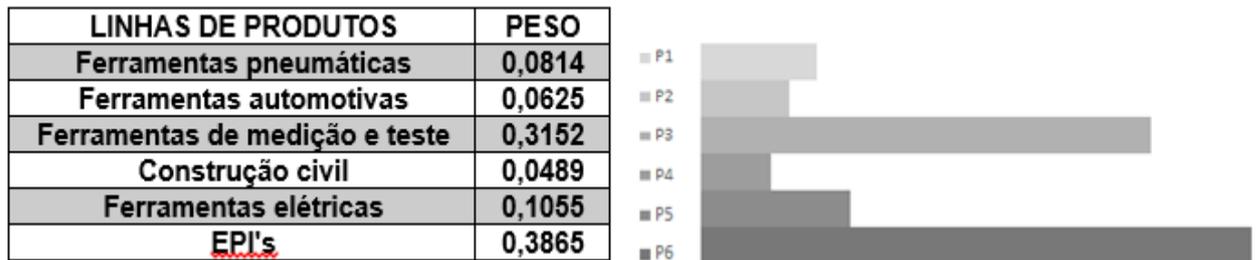
O critério C7, durabilidade dos produtos, nos mostra em suas análises contidas na Tabela 10 e Figura 13, que o peso com maior representatividade é o contido no projeto P6, linha de EPI's.

Tabela 10 - Matriz comparativa normalizada, critério C7.

Usabilidade na indústria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	0,0759	0,0957	0,0663	0,1081	0,0602	0,0821
P2	0,0506	0,0638	0,0596	0,0811	0,0452	0,0746
P3	0,3418	0,3191	0,2981	0,2973	0,3614	0,2735
P4	0,0380	0,0426	0,0542	0,0541	0,0361	0,0684
P5	0,1139	0,1277	0,0745	0,1351	0,0904	0,0912
P6	0,3797	0,3511	0,4472	0,3243	0,4066	0,4103

Fonte: Autor (2017)

Figura 13 - Pesos relativos com relação ao critério usabilidade nas indústrias.



Fonte: Autor (2017)

Como já feito anteriormente, na primeira análise dos critérios, cada uma das análises é acompanhada dos índices de consistência, utilizado como forma de verificação. Neste caso, cada um dos critérios irá resultar em um valor de consistência (CI), Equação 1. Estes valores são confrontados pela taxa de consistência (CR), Equação 11.

Os cálculos resultantes são demonstrados no Quadro 8, o qual contém as análises de consistência de cada um dos critérios estudados, sendo calculados separadamente.

Quadro 8 - Análises dos índices de consistência das matrizes de projetos.

CRITÉRIOS	CI
Custo de compra	0,0073
Lucro de venda	0,0063
Espaço dentro do estoque	0,0182
Investimento inicial	0,0147
Alinhamento com os objetivos	0,0065
Durabilidade dos produtos	0,0065
Usabilidade nas indústrias	0,0124

Fonte: Autor (2017)

Ao se cruzar as informações encontradas, inicia-se a avaliação de quais as melhores alternativas encontrada, segundo o método AHP. Para que isso seja possível, se calcula primeiramente as prioridades relativas de cada projeto em relação a cada critério, contidas ao fim deste texto na Tabela 11.

**Tabela 11 - Matriz de prioridades relativas de cada projeto em relação a cada critério.**

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>
<b>P1</b>	0,0931	0,1324	0,0880	0,0865	0,1088	0,3169	0,0814
<b>P2</b>	0,2520	0,2024	0,1140	0,2382	0,0637	0,1088	0,0625
<b>P3</b>	0,1248	0,0677	0,2532	0,1463	0,1851	0,2431	0,3152
<b>P4</b>	0,0775	0,0884	0,0678	0,1121	0,0824	0,0824	0,0489
<b>P5</b>	0,0689	0,3500	0,0469	0,0464	0,2431	0,1851	0,1055
<b>P6</b>	0,3838	0,1593	0,4300	0,3705	0,3169	0,0637	0,3865

Fonte: Autor (2017).

Por fim, encontra-se o produto entre as somatórias de cada linha da Tabela 11 e os pesos encontrados, contidos no Quadro 7. Como exemplo, é feita a somatória de C1 a C7, para o P1. O resultado desta somatória é multiplicado pelo peso de C1. Estes mesmo cálculos se repetem até a última linha da matriz, ou seja, até o último projeto estudado. Como conclusão desses cálculos, encontra-se a prioridade composta, de cada um dos projetos. Estes valores estão contidos no Quadro 9.

**Quadro 9 - Prioridade composta dos projetos estudados.**

<b>PROJETOS</b>	<b>P<sub>n</sub></b>	<b>PRIORIDADE COMPOSTA</b>
Ferramentas pneumáticas	P1	0,1067
Ferramentas automotivas	P2	0,1279
<b>Ferramentas de medição e teste</b>	<b>P3</b>	<b>0,2121</b>
Construção civil	P4	0,0734
Ferramentas elétricas	P5	0,1474
<b>EPI's</b>	<b>P6</b>	<b>0,3325</b>

Fonte: Autor (2017).

Utilizando os mesmos valores no programa easyAHP, foram encontrados valores muito próximos aos demonstrados no Excel, possuindo apenas diferenças centesimais, as quais podem ser ignoradas no presente estudo. Por fim, os projetos priorizados são os que apresentam maiores coeficientes de prioridade composta,

concluindo-se que os melhores resultados segundo o método AHP são projetos de linha de ferramentas de medição e testes e a linha de EPI's, os quais estão destacados a seguir.

## 4.2 MÉTODO ELECTRE I

A segunda metodologia selecionada para estudo foi a Electre, mais especificamente o modelo Electre I. Esta metodologia foi apresentada na seção 2.4.4.

As linhas de produtos analisadas são os mesmos vistos anteriormente, contidas no Quadro 6, já que o estudo desta metodologia, tem como finalidade confrontar os resultados obtidos pelo método AHP. Da mesma maneira os critérios e pesos utilizados pelo Electre I são os contidos na Quadro 5, que foram utilizados também na construção da análise anterior.

### 4.2.1 Concordância e Discordância

Como início da análise Electre I, a primeira fase consiste na matriz de concordância. A matriz é formada por análises binárias, feitas para a par, entre os projetos e os critérios. As linhas da matriz são os projetos estudados e as colunas a comparação entre o valor do critério, para os dois projetos comparados par a par.

A fim de exemplo, para compara-se o projeto P1 e P2, em cada uma das colunas desta linha, foi comparado critério a critério dos dois projetos, como C1 de P1 versus C1 de P2, e assim até o fim dos projetos e critérios. O projeto que se sobressair no critério, tem como resultado 1, enquanto o que perde a comparação tem como resultado 0.

A última coluna da matriz, que foi chamada de valor de concordância, possui cálculo diferente, sendo a soma produto, entre os pesos dos critérios e os valores binários encontrados. Dentro de cada comparação, cada critério tem seu índice, sendo que a soma destes índices é sempre 1.

Pode-se ver na Tabela 12 a matriz completa com as comparações para a par dos projetos, identificados como Pn.

Tabela 12 - Matriz de concordância completa.

MATRIZ DE CONCORDÂNCIA								
a <sub>1</sub>	0	0	0	0	1	1	1	0,4532
a <sub>2</sub>	1	1	1	1	0	0	0	0,5468
a <sub>1</sub>	0	1	0	0	0	1	0	0,2145
a <sub>3</sub>	1	0	1	1	1	0	1	0,7855
a <sub>1</sub>	1	1	1	0	1	1	1	0,9029
a <sub>4</sub>	0	0	0	1	0	0	0	0,0971
a <sub>1</sub>	1	0	1	1	0	1	0	0,4209
a <sub>5</sub>	0	1	0	0	1	0	1	0,5791
a <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	1	0	0,0444
a <sub>6</sub>	1	1	1	1	1	0	1	0,9556
a <sub>2</sub>	1	1	0	1	0	0	0	0,3245
a <sub>3</sub>	0	0	1	0	1	1	1	0,6755
a <sub>2</sub>	1	1	1	1	0	1	1	0,8714
a <sub>4</sub>	0	0	0	0	1	0	0	0,1286
a <sub>2</sub>	1	0	1	1	0	0	0	0,3766
a <sub>5</sub>	0	1	0	0	1	1	1	0,6234
a <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	1	0	0,2145
a <sub>6</sub>	1	0	1	1	1	0	1	0,7855
a <sub>3</sub>	1	0	1	1	1	1	1	0,8298
a <sub>4</sub>	0	1	0	0	0	0	0	0,1702
a <sub>3</sub>	1	0	1	1	0	1	1	0,7013
a <sub>5</sub>	0	1	0	0	1	0	0	0,2987
a <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	1	0	0,0444
a <sub>6</sub>	1	1	1	1	1	0	1	0,9556
a <sub>4</sub>	1	0	1	1	0	0	0	0,3766
a <sub>5</sub>	0	1	0	0	1	1	1	0,6234
a <sub>4</sub>	0	0	0	0	0	1	0	0,0444
a <sub>6</sub>	1	1	1	1	1	0	1	0,9556
a <sub>5</sub>	0	1	0	0	0	1	0	0,2145
a <sub>6</sub>	1	0	1	1	1	0	1	0,7855

Fonte: Autor (2017)

Segundo Araújo e Amaral (2015), a análise de concordância tem como resultado a demonstração de uma fraca preferência de um critério à outro. Com estes valores, se organiza uma matriz de concordância. Tal matriz, é analisada com umbrais de comparação, que também podem ser chamados de limites. Para a matriz de concordância, os valores aceitos serão os maiores ou iguais ao valor limite ( $\rho$ ) encontrado. Este limite é encontrado a partir do cálculo mostrado na Equação 13.

$$\rho = \frac{\sum i \sum j C_{ij}}{n(n-1)} \quad (13)$$

O limite encontrado a partir da Equação 13, para os dados deste estudo, foi de  $\rho=0,5$ . A matriz formada, com o limitante aplicado, encontra-se na Tabela 13. As células de cores mais escuras representam os valores de concordância aceitos pelo limitante.

**Tabela 13 - Relação de Superação, matriz de concordância.**

		Concordância					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Projeto	P1	-	0,453	0,215	0,903	0,421	0,044
	P2	0,547	-	0,325	0,871	0,377	0,215
	P3	0,785	0,675	-	0,83	0,701	0,044
	P4	0,097	0,129	0,17	-	0,377	0,044
	P5	0,579	0,623	0,299	0,623	-	0,215
	P6	0,956	0,785	0,956	0,956	0,785	-

Fonte: Autor (2017)

O fundamento de discordância, em contrapartida da concordância, é quando não existem critérios que ultrapassem um limite aceitável na comparação par a par. Segundo Araújo e Amaral (2015), o primeiro passo do índice de discordância é o cálculo da máxima diferença de cada coluna, sobre os critérios estudados. Em seguida, é feita a diferença de cada alternativa e suas máximas diferenças encontradas entre as mesmas são divididas pelo valor encontrado anteriormente, no primeiro passo do cálculo. Estas diferenças encontradas, são os valores de discordância que serão tabelados, como feitos com a análise de concordância.

Da mesma maneira, esta matriz é analisada com o umbral de comparação  $q$ , como visto na Equação 14.

$$q = \frac{\sum i \sum j C_{ij}}{n(n-1)} \quad (14)$$

O valor de  $q$  encontrado neste caso foi de 0,594, o qual foi arredondado a fim de facilitar sua utilização, sendo utilizado  $q=0,59$ . O limitante da discordância se utiliza de forma contrária à vista anteriormente.

Os valores aceitos são aqueles menores ou iguais ao valor  $q$  encontrado. Desta maneira pode-se ver na Tabela 14 que as células aceitas são mais escuras que as demais.

**Tabela 14 - Relação de superação, matriz de discordância.**

		<b>Discordância</b>					
		<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
<b>Projeto</b>	<b>P1</b>	-	0,60	1,00	0,14	0,28	2
	<b>P2</b>	0,40	-	0,62	0,10	0,50	0,692
	<b>P3</b>	0,23	0,42	-	0,14	0,86	0,5
	<b>P4</b>	0,60	0,58	0,69	-	0,71	0,769
	<b>P5</b>	0,40	0,67	0,58	0,33	-	0,815
	<b>P6</b>	0,6	0,114	1,25	0,25	1	-

Fonte: Autor (2017)

#### 4.2.2 Espelho de Superação

Para que os resultados encontrados anteriormente possam ser analisados, a fim de se resultar em uma decisão, as matrizes de concordância, na Tabela 17, e de discordância, na Tabela 18, são transformadas em matrizes binárias. Estas matrizes binárias serão organizadas de maneiras distintas. A matriz de concordância transforma em 1 os valores aceitos pelo limitante, e os valores não aceitos em 0. A matriz gerada pelo atual estudo se encontra na Tabela 15.

**Tabela 15 - Espelho de superação, matriz de concordância.**

		<b>Concordância</b>					
		<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
<b>Projeto</b>	<b>P1</b>	-	0	0	1	0	0
	<b>P2</b>	0	-	0	1	0	0
	<b>P3</b>	1	1	-	1	1	0
	<b>P4</b>	0	0	0	-	0	0
	<b>P5</b>	0	1	0	1	-	0
	<b>P6</b>	1	1	1	1	1	-

Fonte: Autor (2017)

Já a matriz de discordância, a análise feita é contrária à da concordância, transformando em 1 os valores não aceitos pelo limitante, e aceita como sendo 0 os

valores aceitos anteriormente. A matriz resultante deste processo, encontra-se a baixo, na Tabela 16.

**Tabela 16 - Espelho de superação, matriz de concordância.**

		<b>Discordância</b>					
<b>Projeto</b>		<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
	<b>P1</b>	-	0	0	1	1	0
	<b>P2</b>	0	-	0	1	0	0
	<b>P3</b>	1	0	-	1	0	0
	<b>P4</b>	0	0	0	-	0	0
	<b>P5</b>	0	0	0	1	-	0
	<b>P6</b>	0	1	0	1	0	-

Fonte: Autor (2017)

#### 4.2.3 Relação de Superação

Como resultado, obtém-se uma matriz de relação de superação, a qual é o cruzamento de informações entre os espelhos de superação vistos anteriormente, sendo o resultado do produto entre as matrizes vistas na Tabela 15 e Tabela 16.

O resultado desta relação de superação nos dá a matriz vista na Tabela 17. A partir desta matriz é feita a análise dos resultados. Esta análise deve ser feita a partir das colunas existentes na matriz. Os projetos com melhores resultados estarão zerados, apresentando que não há nenhuma sobreposição a ele.

**Tabela 17 - Matriz de relações de superações.**

		<b>Relações de Superações</b>					
<b>Projeto</b>		<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
	<b>P1</b>	-	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	<b>P2</b>	0,00	-	0,00	1,00	0,00	0,00
	<b>P3</b>	1,00	0,00	-	1,00	0,00	0,00
	<b>P4</b>	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00
	<b>P5</b>	0,00	0,00	0,00	1,00	-	0,00
	<b>P6</b>	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	-

Fonte: Autor (2017)

Estes valores, assim como no método AHP visto anteriormente, foram próximos aos encontrados no programa Software MCDA.

No caso do atual estudo, os melhores projetos encontrados foram P3, referente a linha de ferramentas de medição e teste, P5 referente a linha de ferramentas elétricas e P6 linha de EPI's. Enquanto P1, referente a linha de ferramentas pneumáticas e P2 sendo a linha de ferramentas automotivas, tem um empate com 1 sobreposição. Já o projeto P4, linha de construção civil, tem todos os projetos sobrepostos a ele. A análise das colunas, é um método chamado de análise visual de kernel.

### 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O método AHP resultou em uma lista de prioridade composta, a qual quanto maior o valor, maior a prioridade da linha. Este método possibilita a visualização em formato de lista, decrescendo entre a melhor e pior opção. As duas linhas com maior destaque são a de EPI's e a de ferramentas de medição e teste. A linha de ferramentas de medição e teste é uma opção de nova linha para empresa, enquanto a de EPI's é uma opção de expansão.

A linha de EPI's teve 36,21% de prevalência sobre a segunda melhor opção, de ferramentas de medição e testes. Em relação a última colocada na lista de prioridade composta, a linha de construção civil, houve uma prevalência de 77,92% pela linha de EPI's e de 65,39 pela linha de ferramentas de medição e testes, quando comparadas.

Quanto ao método ELECTRE I, obtém-se uma matriz composta por 0 e 1, sendo feita uma análise visual de kernel para analisar quais as melhores opções. Neste método não se obtém diferença de prioridade entre as melhores opções, e sim um grupo de prioridade.

As linhas priorizadas pelo método ELECTRE I são EPI's, ferramentas de medição e teste e ferramentas elétricas. Tanto a linha de EPI's, como a de ferramentas elétricas já existem na empresa, mas com pouco investimento até o momento.

Comparando-se os resultados encontrados pelo método AHP e pelo método Electre I, pode-se perceber que os dois chegaram nos mesmos projetos como sendo as melhores opções. Desta forma, como análise geral dos resultados obtidos, pode-se concluir que os resultados são satisfatórios e podem ser considerados como resultados reais.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho propôs a discussão sobre o gerenciamento de portfólio, utilizando-se de modelos multicritérios como auxílio da tomada de decisão. Os resultados obtidos e apresentados são pontualmente para a empresa de varejo. Porém, tais análises e sistemáticas podem ser utilizadas para inúmeras funções e estilos de negócios, como indústrias e serviços.

A escolha da utilização de duas metodologias juntas ajuda à indicar quais são os melhores projetos, ou no caso no atual trabalho, quais as melhores linhas de produtos. Utilizando-se o método Electre I juntamente com o método AHP, tem-se uma visão das melhores linhas de produtos, incluindo a informação de quais linhas priorizar.

Como forma de analisar os métodos utilizados, pode-se dizer que esse estudo nos mostrou as duas ferramentas que em conjunto podem auxiliar o processo de tomada de decisão, em variados problemas. Ainda como comparação, pode-se dizer que o método Electre I resulta em opções pontuais, sem deixar nenhuma comparação de lado, tomando cuidado com todas as sobreposições entre os projetos e critérios. Já o método AHP aponta em forma de classificação, qual a prioridade de cada projeto.

Do ponto de vista empresarial, os resultados obtidos norteiam as linhas que merecem mais atenção e os novos investimentos. De maneira geral, os métodos multicritérios e suas várias vertentes são de grande valia para a gestão e organização da empresa. Algumas das linhas apontadas como superiores não eram exploradas da maneira correta pela empresa estudada até o momento. Este estudo pode criar novos cenários de crescimento e consolidação para a empresa de varejo de ferragens e ferramentas.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Jéfferson Jesus; AMARAL, Thiago Magalhães. Aplicação do método ELECTRE I para problemas de seleção envolvendo projetos de desenvolvimento de software livre. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 11, n. 2, p. 121, 2016.

ALMEIDA, AT de; COSTA, A. P. C. S. Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 201-214, 2002.

BALTEIRO, Luis Diaz; ROMERO, Carlos. Multiple criteria decision-making in forest planning: recent results and current challenges. **Handbook of operations research in natural resources**, p. 473-488, 2007.

BONIN, Leonardo Fernandes Lemos et al. Gerenciamento de portfólio visando a redução de complexidade. **Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo**, 2010.

BRASIL, Cristophe Mendes. Desenvolvimento de Modelos de Avaliação de Desempenho em Gestão de Projetos utilizando os métodos AHP e MAUT. **Tese de Doutorado - Universidade Nova de Lisboa**, 2016.

CARVALHO CHAVES, Maria Cecília et al. Uso integrado de dois métodos de apoio à decisão multicritério: VIP Analysis e MACBETH. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 2, n. 2, p. 89-99, 2010.

CARVALHO, Marly Monteiro de; LOPES, Paula Vilas Boas Viveiros Lopes; MARZAGÃO, Daniela Santana Lambert. Project portfolio management: trends and contributions of literature. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 2, p. 433-454, 2013.

CAVALCANTI, André Marques et al. Diagnóstico da indústria de confecções a partir do radar e característico de inovação. *Exacta*, v. 13, n. 1, p. 105-114, 2015.

COSTA, Helder Gomes et al. Uma contribuição do método ELECTRE TRI à obtenção da classificação de riscos industriais. **Investigação Operacional**, v. 27, n. 2, p. 179-197, 2007.

COSTA, Helder Gomes; COSTA, José Augusto Brunoro; CAIADO, José Renato Costa. Avaliação de eqüinos “Mangalarga Marchador”: uma análise multicritério pelo método ELECTRE II. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção**, n. 5, p. 1-17, 2006.

CRAWFORD, C.; DI BENEDETTO, A. *New Products Marketing*. Irwin: McGraw-Hill, 2006.

DAĞDEVIREN, Metin. Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 19, n. 4, p. 397-406, 2008.

DALALAH, Doraid; AL-OQLA, F.; HAYAJNEH, Mohammed. Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of cranes. **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, v. 4, n. 5, p. 567-578, 2010.

EBERT, Christof. The impacts of software product management. **Journal of systems and software**, v. 80, n. 6, p. 850-861, 2007.

FERREIRA FILHO, A. J. C. A. et al. Aplicação de métodos diferentes de tomada de decisão com múltiplos critérios na terceirização de serviços de publicações técnicas de peças na indústria aeronáutica. **XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Goiânia**, 2006.

FIOLA, Luis J. Callarisa; CAMAHORTB, Valentín Gallart; YUSTEC, Feli Martín. Gestão do Portfólio de Produtos e Elaboração de um Guia para a Análise da Carteira de Produtos. **Cerâmica Industrial**, v. 14, n. 1, p. 7-13, 2009.

GARCEZ, Thalles Vitelli. Modelo de avaliação de risco multidimensional em sistemas elétricos baseado no MAUT. 2013.

GREENE, Randal et al. GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis. **Geography Compass**, v. 5, n. 6, p. 412-432, 2011.

GUIDO, Jack; CLEMENTS, James P. Gestão de Projetos. 3ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

JHARKHARIA, Sanjay; SHANKAR, Ravi. Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. **Omega**, v. 35, n. 3, p. 274-289, 2007.

KOUSALYA, P. et al. Analytical hierarchy process approach—an application of engineering education. **mathematica Aeterna**, v. 10, p. 861, 2012.

LEES, Mauricio Johnny; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Proposal for selecting and prioritizing a portfolio of new products in a textile company. **Production**, 2016.

MCNALLY, Regina C. et al. Exploring new product portfolio management decisions: The role of managers' dispositional traits. **Industrial Marketing Management**, v. 38, n. 1, p. 127-143, 2009.

MELO, Renata Maciel de; MEDEIROS, Denise Dumke de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. A multicriteria model for ranking of improvement approaches in construction companies based on the PROMETHÉE II method. **Production**, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2015.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MOREIRA, Raquel Assis. Proposta de um padrão gerencial de gestão de portfólio de novos produtos para Indústria Farmacêutica nacional. **Proposta de um padrão**

**gerencial de gestão de portfólio de novos produtos para Indústria Farmacêutica nacional, 2008.**

MOUSAVI, S. Meysam et al. Multi-criteria decision making for plant location selection: an integrated Delphi–AHP–PROMETHEE methodology. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 38, n. 5, p. 1255-1268, 2012.

NETO, José Ignácio Jaeger. Análise do portfólio de projetos de TI e o seu potencial de inovação para as organizações. **Dissertação de Mestrado em Administração e Negócios**. PUCRS, 2010.

NETO, Fábio Burin et al. Gestão de portfólio de produtos: práticas adotadas por uma empresa de base tecnológica de médio porte localizada na cidade de São Carlos-SP. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 8, n. 1, p. 67, 2013.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. Gerenciamento de Projetos–Teoria e Prática. Santo André, 2009.

NOWAK, Maciej. Project portfolio selection using interactive approach. **Procedia Engineering**, v. 57, p. 814-822, 2013.

PEDROSO, Carla; PAULA, Istefani Carísio de; SOUZA, Joana Siqueira de. Comparative analysis of two Portfolio Management methods: a case study in the food industry. **Production**, v. 22, n. 4, p. 637-650, 2012.

PMI, Project Management Institute. The standard for portfolio management. Pennsylvania: PMI, 2006.

ROGERS, Martin Gerard; BRUEN, Michael; MAYSTRE, Lucien-Yves. Electre and decision support: methods and applications in engineering and infrastructure investment. **Springer Science & Business Media**, 2013.

SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. **Springer Science & Business Media**, 2012.

SANTOS, PATRICIA GUARNIERI. Modelo de Apoio à decisão multicritério para classificação de fornecedores em níveis de colaboração no gerenciamento da cadeia de suprimentos utilizando o método ELECTRE tri. **Tese de Doutorado - Universidade Federal do Pernambuco**, 2012.

VARGAS, Ricardo Viana; IPMA-B, P. M. P. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: **PMI Global Congress**. 2010. p. 1-22.

WANG, Jiang-Jiang et al. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 9, p. 2263-2278, 2009.

WANG, Jian-Jun; YANG, De-Li. Using a hybrid multi-criteria decision aid method for information systems outsourcing. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 12, p. 3691-3700, 2007.

XAVIER, Carlos Magno da Silva et al. Metodologia de Gerenciamento de Projetos METHODWARE®: abordagem prática de como iniciar, planejar, executar, controlar e fechar projetos. **Rio de Janeiro: Brasport**, 2009.

YÜKSEL, İhsan; DAGDEVIREN, Metin. Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis—A case study for a textile firm. **Information Sciences**, v. 177, n. 16, p. 3364-3382, 2007.

ZHOU et al., Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. **Energy**, v. 31, n. 14, p. 2604-2622, 2006.

ZIOTTI, VANESSA COIMBRA. Tomada de decisão em grupo em uma associação comunitária: aplicação de métodos multicritério de apoio à tomada de decisão, 2015.