

**Thiago Molina Parreira**

APLICAÇÃO DE MÉTODOS COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS EM UMA  
EMPRESA PETROQUÍMICA

Guaratinguetá

2014

THIAGO MOLINA PARREIRA

APLICAÇÃO DE MÉTODOS COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS EM UMA EMPRESA  
PETROQUÍMICA.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Aneirson Francisco da Silva

Guaratinguetá

2014

P259 Parreira, Thiago Molina  
a Aplicação de métodos com múltiplos critérios em uma empresa  
petroquímica/ Thiago Molina Parreira – Guaratinguetá, 2014.  
65 f : il.  
Bibliografia: f. 53-55

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica –  
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de  
Guaratinguetá, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Aneirson Francisco Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira

1. Processo decisório 2. Processo decisório por critério múltiplo  
I. Título

CDU 65.012.4

**Thiago Molina Parreira**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
“**GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Prof. Dr. ARMINDA E. M. CAMPOS  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE DE OLIVEIRA  
UNESP-FEG

  
Prof. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE  
UNESP-FEG

**Dezembro de 2014**

## **DADOS CURRICULARES**

### **THIAGO MOLINA PARREIRA**

NASCIMENTO	03/04/1989 – São Paulo/SP
FILIAÇÃO	Carlos Eduardo Alamino Parreira Roseli Molina Parreira
2008/2014	Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, os verdadeiros responsáveis por esta conquista e meus maiores motivos para concluir mais essa etapa.

## AGRADECIMENTOS

Tudo mundo tem um objetivo na vida, podendo muda-lo conforme a fase que vivencia. Ainda assim, pode-se dizer que a essência para a formação desse objetivo se mantém sempre igual, sendo composta dos valores e virtudes, que serão invocados no auxílio da busca dos sonhos e desejos de cada pessoa.

Tendo isso em mente, posso afirmar que, muito embora a fase em que estou atualmente influencie meus objetivos, tenho como essência imutável de onde invoco minha inspiração, a família, grande responsável pela formação da minha base, pelo orgulho e respeito que tenho por eles, por todos os objetivos que eles alcançaram, pelos erros e acertos que incorreram ao longo de suas vidas, por todo o mérito que eles têm em suas conquistas e por todo o suporte, incentivo e carinho que sempre me foi passado.

Tudo isso me traz força para sempre continuar em frente, traçar metas cada vez mais agressivas e atingi-las independentemente da situação, adversa ou não.

Assim, por tudo isso que foi citado eu devo imensa gratidão aos meus pais, Carlos Eduardo Alamino Parreira e Roseli Molina Parreira, além da minha irmã Thais Molina Parreira. Ao lado deles sinto que sou e serei capaz de superar qualquer dificuldade ao longo da vida.

Agradeço também ao meu Orientador Aneirson Francisco da Silva, com uma parceria de ajuda mutua conseguimos desenvolver um ótimo trabalho, sem o seu auxílio não teria perfomado com a mesma excelência.

Agradeço também a turminha do Mau, Fuku, Belo, Victor e Tibira, com eles descobri que uma amizade se matem com muito respeito e admiração. Mesmo depois de 11 anos juntos eu continuo aprendendo com eles. Qualquer pessoa pode comprar um chapéu de praia, poucos são presenteados por um nativo com um.

PARREIRA, T. M, **Aplicação De Métodos Com Múltiplos Critérios em uma Empresa Petroquímica**. 2014. 65 p. Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, 2014.

## RESUMO

O mundo corporativo está cada vez mais competitivo, as empresas necessitam ir fundo nas rotinas e trabalhá-las a fim de entendê-las por completo. O mercado está exigindo muito mais do que simples melhorias que trazem avanços em curto prazo - de pequena ou até mesmo de grande expressão, mas em um prazo muito extenso, o que já não supre a ideologia do mercado. Empresas que almejam um posto de classe mundial têm que focar-se em projetos que tragam retornos à companhia, e que esses retornos cresçam de forma progressiva conforme a continuidade do projeto.

Como citado anteriormente, o entendimento dos processos nos mínimos detalhes é de suma importância, e parte desse conhecimento pode ser feito a partir da análise das decisões que necessitam serem tomadas ao longo dos processos. Nelas, conforme se aumenta a complexidade, crescem juntamente a quantidade e a dificuldade dos critérios que as influenciam. Métodos e ferramentas que auxiliam a tomada de decisão podem ser utilizados nesse momento, pois além de poder proporcionar a melhor decisão, os métodos de MCDA (*Multiple Criteria Decision Aid* – Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios) proporcionam o claro e assertivo entendimento de todo o processo de decisão.

No desenvolvimento desse trabalho buscou-se explorar o Método AHP (um método MCDA) na escolha do serviço de acesso, o qual se caracteriza pelo serviço de apoio utilizado para alcançar e dar base às realizações de reparos em lugares de difícil acesso. Será proposto neste trabalho um estudo de modelagem na abordagem quantitativa, em uma atividade rotineira real de uma empresa petroquímica brasileira. Explora-se um pouco mais a tomada de decisão, quando se busca analisar não somente os tomadores de decisão, mas seus influenciadores diretos com a utilização do método AIJ. Completado isso, o entendimento da tomada de decisão se concretiza.

**PALAVRAS-CHAVE:** TOMADA DE DECISÃO; DECISÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS; AHP; AIJ; PETROQUÍMICA; SERVIÇOS PARA ACESSO.



PARREIRA, T. M. **Methods of Application with Multiple Criteria in a Petrochemical Industry**. 2014. 65 f. Graduate Work (Graduate in Production Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, 2014.

## ABSTRACT

The corporate world is increasingly competitive, and companies need to go deep into the routines and work them in order to understand them fully. The market is demanding more than simple improvements that bring advances – of small or great expression; however, in a longer term it will no longer meet the ideology of the market. Companies aimed at the world class must focus on projects that will continually bring returns to the company.

As previously mentioned, understanding the processes in minute details is of paramount importance, as this knowledge can be acquired by analyzing the decisions that are necessary during the process. Once the complexity increases, the quantity and difficulty of the criteria that influence them grow accordingly. At this time, methods and tools that assist decision-making processes can be used as, besides being able to provide the best decision methods of MCDA (Multiple Criteria Decision Aid), they provide clear and assertive understanding of the whole decision process.

In developing this study, we sought to explore the AHP (Analytic Hierarchy Process) method (a MCDA method) in the choice of access service, featured by the support service used to reach and be the basis of repairs in places of difficult access. This work proposes a study of the quantitative modeling approach in a real routine activity for a Brazilian petrochemical company. Decision-making processes are explored when we seek to analyze not only the decision makers but also what directly influences them on the use of the AIJ method. Once this is achieved, the understanding of decision-making is substantiated.

PALAVRAS-CHAVE: MULTIPLE CRITERIA DECISION; AHP; JIA; PETROCHEMICALS; ACCESS TO SERVICES.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo das Etapas de Modelagem desse trabalho. ....	20
Figura 2 – Conjunto dos Responsáveis pelas avaliações. ....	21
Figura 3 – Exemplo da Matriz Alternativa x Alternativa. ....	22
Figura 4– Exemplo da Matriz Critério x Critério.....	22
Figura 5 -Exemplo de estrutura hierárquica.....	25
Figura 6 – Recursos Gastos.....	31
Figura 7 – Planta Braskem UNIB2 e UNIB 3.....	32
Figura 8 – Acessos: 1- Estrutura de Andaime, 2- Detalhe Andaime Tubular, 3- Detalhe Andaime de Encaixe, 4 – Alpinismo Industrial, 5 – Máquina Elevatória.....	34
Figura 9 – Hierarquia do Método AHP para o modelo.....	35
Figura 10 - Hierarquia para Cálculo das Alternativas.....	41
Figura 11 - Peso das Alternativas.....	44

## ISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala Fundamental: .....	26
Tabela 2 – Índice Randômico. ....	27
Tabela 3 – Matriz Critério X Critério .....	37
Tabela 4 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Preço. ....	38
Tabela 5 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Altura. ....	38
Tabela 6 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Dificuldade de Acesso .....	38
Tabela 7 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Segurança. ....	38
Tabela 8 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Qualidade.....	39
Tabela 9 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Tempo de Montagem.....	39
Tabela 10 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Tempo de Serviço.....	39
Tabela 11- Comparação das Alternativas .....	44
Tabela 12 – Matriz Critério X Critério .....	57
Tabela 13 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1. ....	57
Tabela 14 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2. ....	57
Tabela 15 — Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3. ....	57
Tabela 16 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4 .....	58
Tabela 17 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5 .....	58
Tabela 18 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6 .....	58
Tabela 19 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7 .....	58
Tabela 20 – Matriz Critério X Critério .....	58
Tabela 21 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1.. ....	59
Tabela 22 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2.. ....	59
Tabela 23 — Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3. ....	59
Tabela 24 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4. ....	59

Tabela 25 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5 .....	59
Tabela 26 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6 .....	60
Tabela 27 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7 .....	60
Tabela 28 – Matriz Critério X Critério .....	60
Tabela 29 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1.. .....	60
Tabela 30 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2.. .....	61
Tabela 31 — Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3. ....	61
Tabela 32 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4. ....	61
Tabela 33 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5 .....	61
Tabela 34 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6 .....	61
Tabela 35 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7 .....	62
Tabela 36 – Matriz Critério X Critério .....	62
Tabela 37 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1.. .....	62
Tabela 38 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2.. .....	62
Tabela 39 — Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3. ....	62
Tabela 40 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4. ....	63
Tabela 41 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5 .....	63
Tabela 42 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6 .....	63
Tabela 43 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7 .....	63
Tabela 44 – Matriz Critério X Critério .....	63
Tabela 45 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1.. .....	64
Tabela 46 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2.. .....	64
Tabela 47 — Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3. ....	64
Tabela 48 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4. ....	64

Tabela 49 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5 .....	64
Tabela 50 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6 .....	64
Tabela 51 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7 .....	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sensibilidade, Preço .....	45
Gráfico 2 – Sensibilidade, Altura .....	46
Gráfico 3 – Sensibilidade, Dificuldade de Acesso .....	47
Gráfico 4 – Sensibilidade, Segurança. ....	48
Gráfico 5 – Sensibilidade, Qualidade.....	49
Gráfico 6 – Sensibilidade, Tempo de Montagem.....	50
Gráfico 7 – Sensibilidade, Tempo de Serviço.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	- <i>Analytic Hierarchy Process;</i>
P&G	- Petróleo e Gás
AIJ	- <i>Aggregating Individual Judgments</i>
AIP	- <i>Aggregating Individual Priorities</i>
RI	- <i>Radom Index</i>
CR	- <i>Consistency Ratio</i>
CI	- <i>Consistency Index</i>
UNIB	- Unidade de Insumos Básicos

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	16
1.2.	OBJETIVO GERAL .....	17
1.3.	DELIMITAÇÃO.....	17
1.4.	JUSTIFICATIVA .....	18
1.5.	MATERIAL E MÉTODOS .....	18
<b>1.5.1.</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2.</b>	<b>Material.....</b>	<b>19</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
2.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	23
2.2.	MÉTODO <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> - AHP .....	24
2.3.	TOMADA DE DECISÃO EM GRUPOS.....	28
2.4.	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	29
<b>3.</b>	<b>DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA .....</b>	<b>30</b>
3.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA .....	30
3.2.	MODELAGEM DO PROBLEMA .....	31
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
4.1.	AIJ.....	37
<b>4.2.</b>	<b>AHP.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>Matriz Critério x Critério .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>Matriz Alternativa x Alternativas em relação a um critério.....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>Análise de Sensibilidade dos Critérios .....</b>	<b>45</b>
4.2.3.1.	Critério $C_1$ – Preço .....	45
4.2.3.2.	Critério $C_2$ – Altura.....	46
4.2.3.3.	Critério $C_3$ – Dificuldade de Acesso .....	47
4.2.3.4.	Critério $C_4$ – Segurança.....	48
4.2.3.5.	Critério $C_5$ – Qualidade .....	49
4.2.3.6.	Critério $C_6$ – Tempo de Montagem .....	50
4.2.3.7.	Critério $C_7$ – Tempo de Serviço .....	51
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>



<b>GLOSSÁRIO</b> .....	56
<b>ANEXO – AVALIAÇÕES INDIVIDUAIS</b> .....	57

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desafio de uma organização está na sua competência de fazer escolhas corretas e consistentes, mantendo sempre um pensamento alinhado com sua estratégia (VARGAS, 2010). Certamente, o mais clássico e intelectual desafio que a ciência e a engenharia tem é como aperfeiçoar a decisão em determinada situação, objeto de discussão antigo na humanidade. (TRIANAPHYLLOU, 2002).

Neste contexto, o foco continua sendo em tomar decisões de diversas dimensões, sendo parte de o processo analisar o impacto global ponderando todos os aspectos que influenciam nestas decisões. Como citado por Benitez et al.(2012) existem inúmeras razões para essas decisões estarem cada vez mais complexas:

- Aumento de elementos intangíveis, incerteza e subjetividades, prazos curtos, pressão excessiva;
- Rápida mudança de cenário;
- Altos riscos.

A adoção de métodos de apoio à decisão que sejam capazes de avaliar problemas com múltiplos critérios – tais como os métodos de auxílio multicritério à decisão (NEVES; PEREIRA; COSTA, 2012). Desta forma, a preocupação com a tomada de decisão possibilitou o desenvolvimento de modelos prescritivos, aplicáveis às decisões operacionais, mas pouco contribuiu para o entendimento dos processos de natureza estratégica (LEITÃO, 2013; BRESSAN; TOLEDO, 2013).

A falta de aproximação com a realidade distanciou a aplicação desses métodos, por esse motivo foram criados métodos que fossem além de números, que visassem a situação da organização de um modo mais abrangente, analisando não somente dados quantitativos.

Neste sentido, o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é um método de decisão que avalia múltiplos critérios por meio de valores qualitativos ou quantitativos. Segundo Shimizu (2010) o AHP tem sido empregado para situações de definição de prioridade, avaliação de custos e benefícios, alocação de recursos, medida de desempenho, pesquisa de mercado, etc. Saaty (2003) propôs um método baseado na teoria de perturbação para encontrar o julgamento mais inconsistente na matriz; essa ação foi seguida da determinação de uma gama de valores que poderia ser alterada ou melhorada - e, em seguida, possibilitou a um decisor alterar o julgamento para um valor plausível no intervalo, com a intenção de uma aproximação com a realidade.

A essência do método introduzida por Saaty (1997) é determinar a preferência de valores executando uma série de comparações de pares de alternativas.

Conforme reportado em Ratnayake e Markeset (2010), a indústria de petróleo e gás (P&G) atua em um mercado cada vez mais complexo devido à crescente concorrência global, variações de preços, rigorosas exigências de SMS (Saúde, Meio Ambiente e Segurança), crescimento de fontes alternativas de energia e pressões dos *stakeholders* em relação a interesses ambientais, sociais, econômicos e políticos.

Em se tratando de Petroquímicas, o processo de tomar decisão se torna mais delicado, devido à alta influência que múltiplos fatores têm sobre a porcentagem de lucro do produto final, entre eles:

- O custo de produção;
- A mão de obra especializada;
- O preço de sua principal matéria-prima (*NAFTA*);
- O impacto gerado por qualquer decisão tomada se torna grande, e demanda uma atenção especial.

Devido à estrutura da uma empresa Petroquímica com diversas tubulações, torre de *flare*, caldeias em lugares altos, espaços confinados e muitas vezes lugares inatingíveis, a acessibilidade para uma possível manutenção preventiva ou corretiva torna-se difícil. Com isso, rotineiramente há necessidade de se requisitar serviços de empresas terceiras para conseguir acesso a esses lugares, seja serviço de andaime, máquinas elevatórias ou até alpinismo industrial.

Em última análise, o problema de decisão é discreto e envolve a seleção das melhores alternativas de um conjunto finito de opções viáveis com base na avaliação de todos contra um determinado conjunto de critérios (BENITEZ et al., 2012).

## 1.2.OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é explorar a aderência do método AHP por meio da aplicação real:

Os objetivos específicos são:

- Apresentar todas as alternativas de acessos existentes na Indústria Petroquímica;
- Identificar os fatores críticos para a escolha do tipo de acesso;
- Identificar o serviço de acesso mais adequado dentro de uma empresa petroquímica por meio do método AHP.

## 1.3.DELIMITAÇÃO

O objeto de estudo será realizado na Braskem - a maior petroquímica brasileira na atualidade. Contabilizando sua rede mundial, 8.000 mil funcionários estão distribuídos em 36 unidades industriais e 29 escritórios no Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Alagoas, e Bahia), América do Norte (EUA e México) e Europa (Alemanha).

Nesta pesquisa será utilizado o método AHP para auxiliar na decisão, desta forma, não é mérito deste trabalho investigar a utilização de outros métodos com múltiplos critérios.

## 1.4.JUSTIFICATIVA

Conforme Sadeghi e Ameli (2011) muitos esforços foram feitos para criar uma teoria ou metodologia que retornasse uma avaliação de preferências, que pudesse ter acesso à ideologia do tomador de decisão. Desta maneira, na literatura atual, o método AHP tem tido notório destaque, além de ser utilizado em estudos que buscam o aperfeiçoamento, generalização e aplicabilidade em estudos de casos (PEDRYCZ; SONG, 2011).

O AHP se caracteriza por ser uma ferramenta baseada no processo de decisão multicritério, e está se tornando popular nas pesquisas acadêmicas que focam na análise de dados ou modelos de verificação que devolvem informação crítica aos tomadores de decisão (CHUNG; LEE; PEARN, 2004; MARCHEZETTI; KAVISKI; BRAGA, 2011). Seguindo a ideia desse autor, por conseguir fazer uma avaliação ao mesmo tempo qualitativa e quantitativa, esse método tem sido amplamente empregado na análise do processo de decisão em diversos campos de estudos como política e economia, dentre outros.

O instrumento de apoio a este trabalho está apto à realização de um julgamento em um cenário complexo, pois é capaz de reproduzir o raciocínio humano na comparação de elementos com a construção de hierarquias (COSTA; CORREIA; DE SOUZA, 2010). O autor ainda cita que a comparação acontece por meio de uma ordenação dos itens em questão, de acordo com o nível de importância e dos atributos.

Dentre os custos de produção petroquímica mais de 78% referem-se à sua matéria prima, com isso torna-se essencial a procura pela redução de custos indiretos de produção (acervo interno da Braskem). A busca pelo padrão de excelência em tecnologia, planejamento e gestão, aliada ao investimento no aumento da capacidade para atender as demandas são importantes para o desenvolvimento da indústria de P&G e induzem decisões e análises que abrangem múltiplos critérios (NEVES; PEREIRA; COSTA, 2013). Ainda conforme esse autor o AHP é o método multicritério mais utilizado para planejamento e gestão na indústria de P&G.

## 1.5.MATERIAL E MÉTODOS

### 1.5.1. Métodos

Para o desenvolvimento dessa pesquisa a abordagem utilizada é feita por pesquisa quantitativa. Como citado por Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc., além de propor que trabalhar com números extrai o pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

A natureza desse trabalho se objetiva como aplicada, pois busca gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, além de envolver verdades e interesses locais (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

Em relação ao objetivo, a pesquisa se caracteriza como empírica normativa, como mostrado por Triviños (1987). Esses tipos de estudos pretendem descrever os fatos e

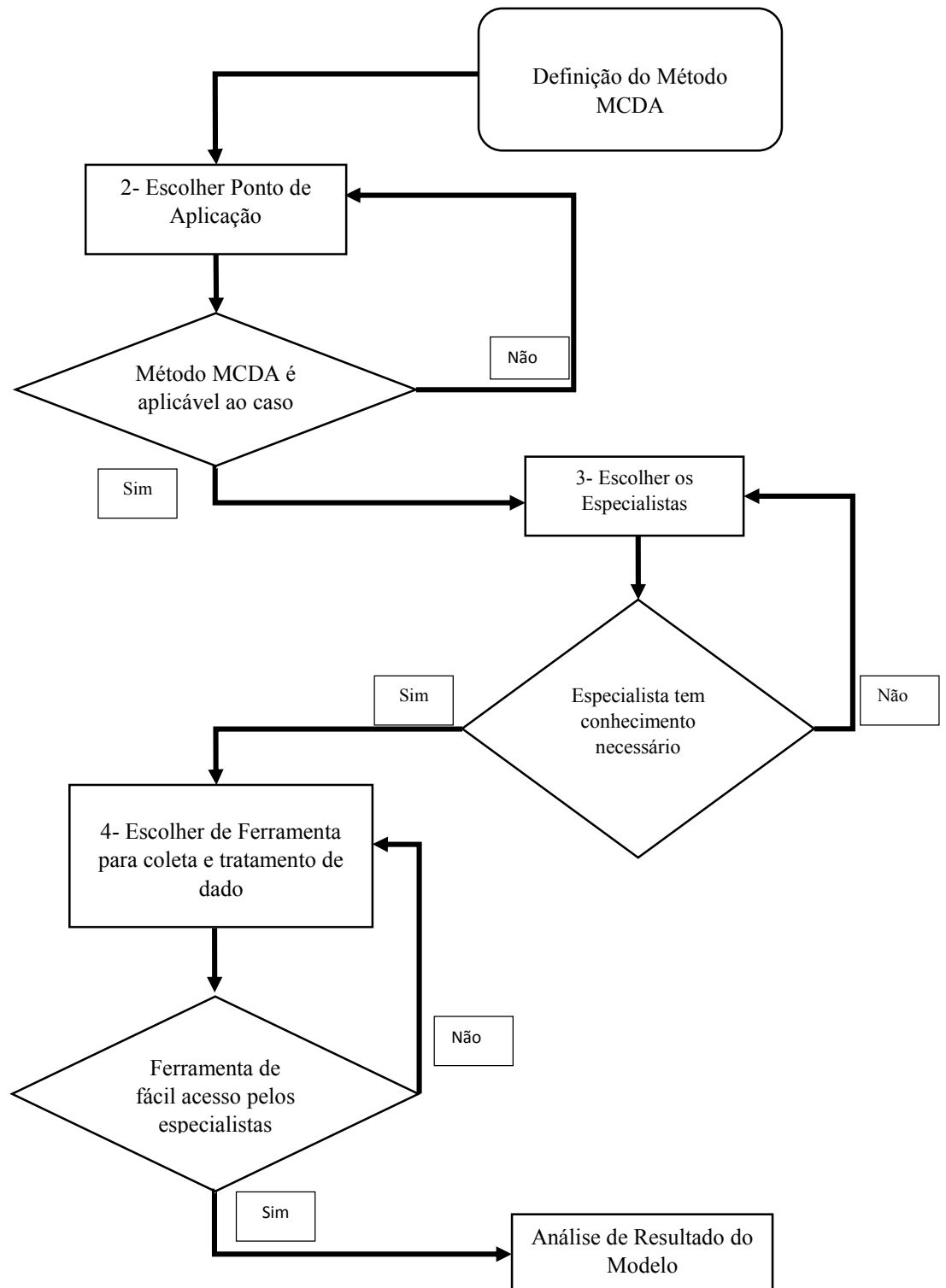
fenômenos de determinada realidade, levando a compreensão de processos reais (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

O método de estudo usado é a modelagem, pois esse estudo dedica-se a atribuir valores aos critérios considerados de auxílio ao decisor na sua tomada de decisão; no entanto, é preciso definir critérios com clareza, a fim de que as consequências a curto, médio e longo prazos não sejam comprometidos (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

### **1.5.2. Material**

A figura 1 mostra as etapas que foram seguidas no processo de modelagem desse trabalho do começo (escolha do método) até o final (uso de uma ferramenta auxiliar na aplicação do método AHP). Na justificativa acima foi mostrado o porquê da escolha do Método AHP, com isso podemos prosseguir para a etapa 2 do estudo.

Figura 1 – Fluxo das Etapas de Modelagem desse trabalho.

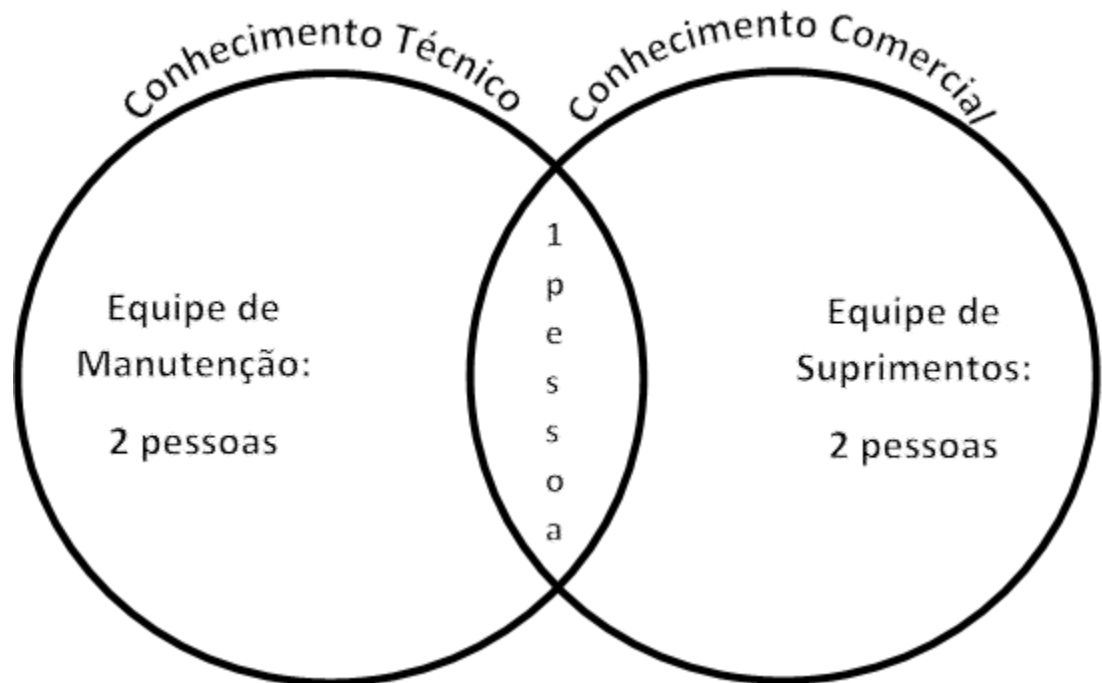


Fonte: do próprio autor

Etapa 2 - Com a intenção de testar a aplicabilidade do método, foi procurado dentro da indústria um objetivo de estudo, uma aplicação que além de requerer uma tomada de decisão fosse de uso constante e de forte impacto. Acessibilidade dentro de uma indústria

petroquímica é muito difícil, e, por mais que seja considerada apenas uma atividade de apoio, ela é de suma importância, pois sem o seu auxílio outras atividades se tornam inviáveis. Outro ponto de atenção sobre essa atividade é o alto custo que gera - milhões são gastos anualmente para custear serviços de acesso.

Figura 2 – Conjunto dos Responsáveis pelas avaliações.



Fonte: do próprio autor

Etapa 3 – Em busca de uma visão ampla da tomada de decisão, foram escolhidos avaliadores de diferentes posições, porém todos com o mesmo objetivo. Com mostra a figura 2, foram escolhidas duas pessoas que atuam na área da planta, mais conhecida como chão de fábrica, as quais fazem parte da equipe de manutenção e têm conhecimento técnico pleno sobre o uso correto dos serviços de acessos. Além delas, mais duas pessoas que fazem parte da área de compras e com noção total sobre o preço e custo de todos os acessos foram escolhidas. Por fim uma pessoa com noção dos dois lados também foi selecionada.

Etapa 4 – Para auxiliar na comparação em pareamento foi utilizado o Excel, ferramenta utilizada usualmente pelos escolhidos. As figuras 3 e 4 mostram as tabelas que os nomeados tinham que preencher conforme as etapas do método AHP.

Figura 3 – Exemplo da Matriz Alternativa x Alternativa.

C <sub>1</sub> - Preço		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
		Andaime Tubular	Andaime Encaixe	Maquina Elevatoria	Alpinismo Industrial
A <sub>1</sub>	Andaime Tubular				
A <sub>2</sub>	Andaime Encaixe				
A <sub>3</sub>	Maquina Elevatoria				
A <sub>4</sub>	Trabalho em corda				

Fonte: do próprio autor

Figura 4– Exemplo da Matriz Critério x Critério.

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
		Preço	Altura	Dificuldade de Acesso	Segurança	Qualidade	Tempo de Montagem	Tempo de Serviço
C <sub>1</sub>	Preço							
C <sub>2</sub>	Altura							
C <sub>3</sub>	Dificuldade de Acesso							
C <sub>4</sub>	Segurança							
C <sub>5</sub>	Qualidade							
C <sub>6</sub>	Tempo de Montagem							
C <sub>7</sub>	Tempo do Serviço							

Fonte: do próprio autor



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para estudar uma tomada de decisão, é preciso ir além do estudar os caminhos a se percorrer, é necessário compreender a posição do indivíduo tomador dessa decisão (VERGARA, 2013). Complementando, têm sido buscados métodos eficazes de tratamento de informação presentes no macro ambiente organizacional, em seus mercados atuais e futuros, bem como no interior das organizações.

O ser humano prepara ferramentas e bancos de dados de vastas informações com o intuito de estar preparado para uma escolha, contudo a utilização desse auxílio parte da intuição dele. Por esse motivo a razão destaca-se como um influenciador para as definições das alternativas, e não como o principal motivo. A racionalidade é uma forma de organização de pensamento que não é uniforme nem única (VERGARA, 2013).

Intuição e razão são complementares, um focaliza o todo; o outro, o detalhe (VERGARA, 2013). Segundo Oliveira (2012) a realidade se apresenta, predominantemente, como não-programável, de modo que decisões contingenciais acabam por ser tomadas, muitas delas baseadas em múltiplas racionalidades e na intuição. Com isso, Oliveira (2012) exalta também, que a gestão moderna exige que a tomada de decisão seja feita com o máximo de informação, ou seja, é indispensável ter o conhecimento de onde buscar as informações certas, e, no momento em que se é julgado a importância do mesmo, as possibilidades de riscos e erros diminuirão.

Conforme Almeida (2011), cada escolha deve ser feita com conhecimento, racionalidade, competência e consciência, para que resulte no alcance do objetivo esperado, ou o mais próximo dele. Esse autor sugere a sua divisão em etapas, as quais são:

- Identificação do problema;
- Reunião de dados para análise das causas e das consequências do problema;
- Investigação de soluções alternativas;
- Avaliação das alternativas;
- Seleção da solução mais adequada;
- Implementação da solução escolhida e;
- Avaliação dos resultados.

Deste modo, o conhecimento das etapas ou fases do processo decisório permite a tomada de consciência das suas certezas e debilidades, inclusive das possíveis omissões no próprio processo, incitando a aquisição de habilidades necessárias ao reforço dos pontos fracos e das correções necessárias, que ajudam a evitar decisões errôneas (ALMEIDA, 2011).

## 2.2. MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* - AHP

O AHP foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e foi extensivamente estudado a partir dessa época (PASSOS; GOMES, 2008). O mesmo cita que a principal característica desse método é, de fato, a estruturação dos seus critérios condicionantes sob a forma de uma hierarquia. Nela, o seu nível mais elevado é representado pelo objetivo maior do problema, que é a meta a ser atingida.

Freitas e Viana (2013) apresenta o AHP como um método que utiliza uma medida global para hierarquizar as alternativas de decisão e auxiliar o decisor na resolução de seu problema. Exemplifica ainda que o método, bem como os demais métodos múltiplos critérios de apoio à decisão, vêm sendo empregados na área empresarial para solucionar problemas.

O AHP possibilita, portanto, a classificação e a comparação de critérios que auxiliam na tomada de decisão de problemas complexos (CARVALHO, PESSÔA, 2012). Seguindo ainda o raciocínio desse autor, o modelo pode ser explorado para contribuir para a seleção dos projetos dentro do alinhamento estratégico organizacional, à medida que permite a troca de conhecimento entre os representantes da empresa, possibilita a simulação de cenários estratégicos em tempo real e a verificação do impacto na carteira de projetos em execução; prioriza os projetos de forma justificável e estruturada por meio de um modelo matemático consagrado; permite a alocação de recursos baseada em prioridades e possibilita a introdução de um ciclo de melhoria contínua no processo decisório da empresa, dado que todos os passos da implantação do modelo, definições e critérios de decisão são documentados.

Marchezetti, Kaviski e Braga, (2011) também ressalta que a técnica é aplicada para avaliar a importância relativa dos critérios, compara as alternativas para cada critério, além de determinar uma escala em ordem decrescente para as alternativas consideradas.

Mesmo que análises comparativas, como o AHP, têm sido aceitas como um efetivo modo para deduzir as informações qualitativas, existe uma desvantagem, que é lidar com dados intangíveis, julgamentos inconsistentes (BENÍTEZ, 2012).

Métodos multicritérios têm sido muito utilizados na solução de problemas de tomada de decisão, uma vez que procuram esclarecer ao decisor as possibilidades de escolhas e apoiam o processo decisório, embasado nas informações existentes, incorporando valores dos agentes, na busca da melhor solução (CAMPOS, 2011).

A seleção de diferentes alternativas mitigadoras ou preventivas envolve, muitas vezes, critérios concorrentes e conflitantes, o que requer a utilização de métodos multicritérios para a tomada de decisão. Nesse contexto, a análise multicritério vem sendo utilizada devido à sua capacidade de incorporar as preferências de cada um dos interessados (NEVES; PEREIRA; COSTA, 2013).

Conforme estudado por Neves, Pereira e Costa (2013), é interessante notar que o método AHP é o mais utilizado para planejamento e gestão na indústria de P&G, representando 60,94% das ocorrências nesses artigos. Quanto à forma de abordagem do processo de decisão, no contexto empresarial, verifica-se uma crescente orientação para a utilização de instrumentos analíticos baseados numa perspectiva multidimensional, o qual se torna de grande valor, pois, permite a consideração tanto de aspectos objetivos, como de aspectos subjetivos (WERNKE, 2001).

Esse autor considera que, ao se defrontar com algum problema, normalmente leva-se em conta não só um tipo de critério para a decisão, mas uma multiplicidade de fatores que

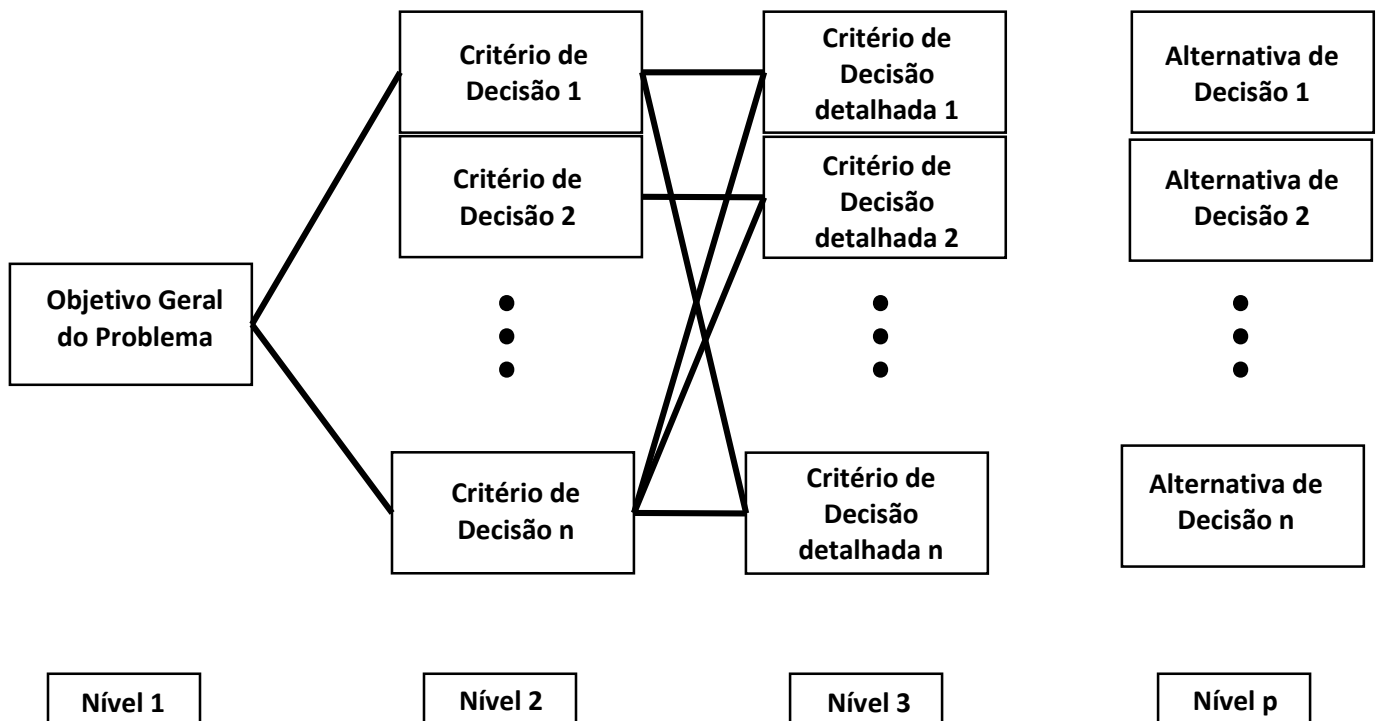
considerados concomitantemente no processo decisório, sobretudo quando envolvem problemas de ordem estratégica, tendem a resultar em ações mais bem elaboradas, tanto na perspectiva de quem decide, quanto daqueles que sofrem as consequências das decisões.

O AHP é um método de decisão que utiliza comparações de pares estruturadas com julgamentos numéricos de uma escala absoluta de números (da SILVA et al., 2011).

O AHP se estrutura pelos seguintes passos:

- 1- Definir a estrutura do problema. O problema deve estar bem claro e definido, além de ser colocado em um amplo contexto, incluindo objetivos e resultados.
- 2- Decompor o problema em uma estrutura hierárquica. O AHP decompõe o problema complexo em uma decisão hierárquica, muito parecida com uma árvore de decisão. O objetivo geral do problema, o nível máximo da hierarquia, pode ser decomposto em múltiplos critérios ou atributos situados no nível inferior da hierarquia, ou seja, cada novo nível representa o aumento de detalhamento desses critérios ou atributos. O nível mais baixo geralmente representa as alternativas ou ações que podem ser consideradas como solução do problema. A estrutura hierárquica pode ser obtida por meio da expertise do tomador de decisão. Um exemplo de hierarquia está demonstrado na figura 5.

Figura 5 -Exemplo de estrutura hierárquica



Fonte: (CHUNG; LEE; PEARN, 2005).

- 3- Empregar comparações em pares: os elementos de decisão de cada nível hierárquico são comparados em pares e atribuídos em escalas relativas. Tomadores de decisão vão ser questionados a comparar elementos em matrizes de questionamento. No primeiro nível especifica-se os julgamentos sobre a importância relativa para cada critério, o qual contribuirá para alcançar o objetivo geral. A cada nível transpassado, indica-se a prioridade de cada critério detalhado de decisão condizendo em quanto ele contribui para cada critério. No último nível, para cada alternativa de decisão será avaliado como ela contribui para cada subcritério. A fim de conseguir realizar esse julgamento Satty (1977) recomendou o uso de 9 pontos de escala fundamental para expressar preferências entre opiniões como: igual, moderado, forte, muito forte, e extremamente preferível (peso 1,3,5,7,9 respectivamente) (SAATY, 1977). Os valores 2,4,6, e 8 são valores intermediários na escala. A figura 2 exemplifica essa escala.

Tabela 1 – Escala Fundamental:

<b>Valor</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância	Contribuição idêntica
3	Fraca importância	Julgamento levemente superior
5	Forte importância	Julgamento fortemente a favor
7	Muito forte importância	Dominância reconhecida
9	Importância absoluta	Dominância comprovada
<b>2, 4, 6, 8</b>	<b>Valores intermediários</b>	<b>Dúvida</b>

Fonte: (SAATY, 1997).

Depois que cada elemento tiver sido comparado, a matriz de comparação estará formada. Se  $n$  objetos nomeados por  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , são comparados em pares de acordo com seus relativos pesos, nomeados por,  $w_2, w_3, \dots, w_n$ , a comparação de pareamento pode ser representada pela matriz abaixo.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

- 4- Calcular o máximo autovalor do autovetor na ordem de estimativa dos pesos relativos dos elementos de decisão. Após a matriz de comparação ter sido formada, a prioridade do elemento pode ser comparada pela computação dos autovalores e autovetores com as fórmulas a seguir, onde  $w$  é o autovetor e o peso do autovetor de  $A$  e de  $\lambda_{max}$  é o maior autovalor de  $A$ .

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w \quad (2)$$

- 5- Checar a consistência da matriz. A qualidade da decisão definitiva do método AHP está fortemente relacionada com a consistência dos julgamentos que os decisores avaliaram durante as comparações pareadas. A transitividade de preferência implica que, se  $A$  é preferível a  $B$  e  $B$  é preferível a  $C$  então  $A$  é preferível a  $C$ . A consistência da comparação é examinada pela relação de coerência. Seguem as fórmulas:

$$CI = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \leq 20\% \quad (4)$$

Onde “ $n$ ” é o número de itens a serem comparados na matriz e  $RI$  o número aleatório, que pode ser encontrado na tabela 2. Satty (1977) classificou o valor de  $CR$  aceitável para diferentes tamanhos de matrizes. O limite de  $CR$  aceitável é menor ou igual a 20% (SAATY, 1997). Nesse caso os tomadores de decisão precisarão rever os valores na matriz de pareamento.

Tabela 2 – Índice Randômico.

Ordem de Matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8
RI	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Fonte: (SAATY, 1977).

- 6- Agregar as prioridades relativas de elementos de decisão para obter a pontuação geral para as alternativas de decisão. Se existe apenas um decisor o ranking das prioridades das alternativas de decisão pode ser obtido pela combinação das propriedades de critério e prioridades de cada alternativa de decisão relativa a cada critério. Os

resultados são normalizados e somados a 1. A alternativa com maior pontuação é considerada preferível. No caso de decisão em grupo o ranking de prioridade geral será gerado para cada pessoa primeiro e um método de média ponderada será aplicado para resumir rankings individuais com o intuito de alcançar o ranking preferencial de alternativas.

### 2.3. TOMADA DE DECISÃO EM GRUPOS

A teoria da decisão tem como objetivo dar uma regra, sobre qual ação é a melhor escolha, assumindo que os tomadores de decisão se comportaram de forma racional. No entanto, o conceito de racionalidade restringe o indivíduo a determinadas condições sobre o comportamento de escolha que são normativas. Isto é, as abordagens normativas proporcionam uma receita de qual ação o tomador de decisão deve escolher, eles não descrevem como as pessoas realmente se comportam (CASTAÑEDA; WALKER, 2013).

O autor ainda expõe que, a decisão busca conseguir um resultado ótimo, onde são tomadas as decisões envolvendo tanto interesses individuais como coletivos. O problema é como conciliar estes dois aspectos em que as pessoas podem ter diferentes pontos de vista ou considerações sobre o que é melhor para a sociedade como um todo.

Segundo Salgado et al. (2011), a tomada de decisão pode ser individual ou multiparticipante. No caso de uma tomada de decisão multiparticipante, existem vários cenários possíveis, podendo ser unilateral ou negociada. Na decisão unilateral, apenas um dos membros de um dado grupo tem o poder de escolha, porém os membros restantes podem influenciar na decisão. Já na tomada de decisão negociada, são possíveis mais dois cenários: a efetuada por uma estrutura de tipo de grupo, ou por uma estrutura do tipo de organização. A diferença fundamental entre estas situações é a distribuição da autoridade pelos membros da reunião de tomada de decisão.

Nas decisões individuais prevalecem os valores do decisor e, nas coletivas, o importante é o posicionamento e a maturidade do grupo (ALMEIDA; MORAIS; DE ALMEIDA, 2014). O autor ainda expõe que, tendo em vista a complexidade do ambiente que envolve as empresas atualmente, é crescente a quantidade de modelos na literatura que tratam sobre tomada de decisão em grupo em problemas, porém ainda há muitos problemas de decisão em grupo que são modelados como se uma única pessoa fosse a responsável por essa decisão, embora isso não represente a situação real.

Existem várias possibilidades de agregar informações quando temos mais de dois indivíduos participando do processo de decisão, sendo elas (1) agregar o julgamento individual a cada comparação de pareamento dentro de uma “hierarquia de agregamento”; ou (2) sintetizar cada hierarquia do indivíduo e juntá-lo ao resultado de prioridade. Em qualquer caso, a importância relativa dos tomadores de decisão. Esses dois processos são referências aos métodos *Aggregating Individual Judgments* (AIJ) e *Aggregating Individual Priorities* (AIP) (FORMAN; PENIWATI, 1998). Como a modelagem desse trabalho utiliza-se de respostas de especialistas que trabalham para a mesma empresa e têm a mesma visão, a abordagem utilizada foi o AIJ.

Cálculo de AIJ:

$$J_g(k, l) = \prod_{i=1}^n J_i(k, l)^{w_i} \quad (5)$$

*Sendo que:*

- $J_g(k, l)$ : refere-se ao julgamento do grupo, importância relativa dos fatores  $k$  e  $l$ ;
- $J_i(k, l)$ : O julgamento de  $i$  indivíduo da importância relativa de fatores  $k$  e  $l$ ;
- $w_i$ : O peso do indivíduo  $i$ ;

#### 2.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Posteriormente à realização dos cálculos do Autovetor e do Vetor decisão, será realizada a análise de sensibilidade de cada critério a fim de descobrir como as alternativas se comportam com a variação de peso. A análise de sensibilidade é usada para avaliar os efeitos das variações dos julgamentos nos resultados finais (SAATY, 2006). Vale ressaltar que a análise de sensibilidade é uma ferramenta disponível para a validação do modelo adotado (estrutura hierárquica) e dos resultados (ordenação ou pontuação das alternativa).

### 3. DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA

#### 3.1.CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

A Braskem faz parte do Grupo Odebrecht, que tem na CNO (Construtora Norberto Odebrecht) a empresa da área civil mais conhecida do grupo. A Odebrecht entrou no setor petroquímico em 1979, com a compra de um terço do capital votante da Companhia Petroquímica de Camaçari (CPC), produtora de PVC. Nos anos seguintes uma série de aquisições - Salgema, de Alagoas, Poliolefinas (produtora de polietilenos), PPH (fabricante de polipropileno) e Unipar (*holding* de empresas petroquímicas) – resultou na criação da Odebrecht Química S.A., com o intuito de gerenciar as participações e os investimentos do grupo no setor.

Com o plano de privatização do governo (Programa Nacional de Desestatização - PND) do setor petroquímico nos anos 1990, a Odebrecht passa a integrar o grupo de controle da Central de Matérias-Primas do Polo Petroquímico do Rio Grande do Sul, mais conhecida como Copesul.

Novamente as aquisições foram alargando a estatura da Odebrecht na petroquímica e a empresa obtém o controle da PPH, da Poliolefinas, da Salgema e da CPC, além de unificar a PPH e a Poliolefinas, criando a OPP Petroquímica S.A. Integra, também, a Salgema e a CPC, criando a Trikem S.A., a primeira integração vertical do setor no País.

Em 2001 através de parceria com o Grupo Mariani, a Odebrecht adquire o controle da Copene (Central Petroquímica de Camaçari) e inicia um processo de integração de ativos, de primeira e de segunda geração de produtos petroquímicos, inédito no País.

Em 2002 nasce a Braskem, a partir da junção de seis empresas: Copene, OPP, Trikem, Nitrocarbono, Proppet e Polialden. Em 2006 a Companhia adquire o controle da Politeno, empresa produtora de polietileno, em Camaçari.

Em 2007 Braskem e Petrobras adquirem os ativos químicos e petroquímicos do Grupo Ipiranga. É firmado o Acordo de Investimentos com a Petrobras, que aumenta a participação desta na Braskem por meio do aporte de ativos petroquímicos.

Em 2008 a Braskem lança o primeiro polietileno (PE) verde certificado do mundo pela Beta Analytic, que verifica a porcentagem de matéria-prima renovável utilizada no produto. A Companhia inicia as operações na planta industrial de polipropileno, em Paulínia (SP).

Em 2009 a Companhia incorpora a Petroquímica Triunfo, no Rio Grande do Sul. Em 2010 a Companhia adquire ativos de polipropileno da Sunoco Chemicals, nos Estados Unidos, e a Quattor, no Brasil. É inaugurada a nova planta industrial de eteno verde, em Triunfo (RS).

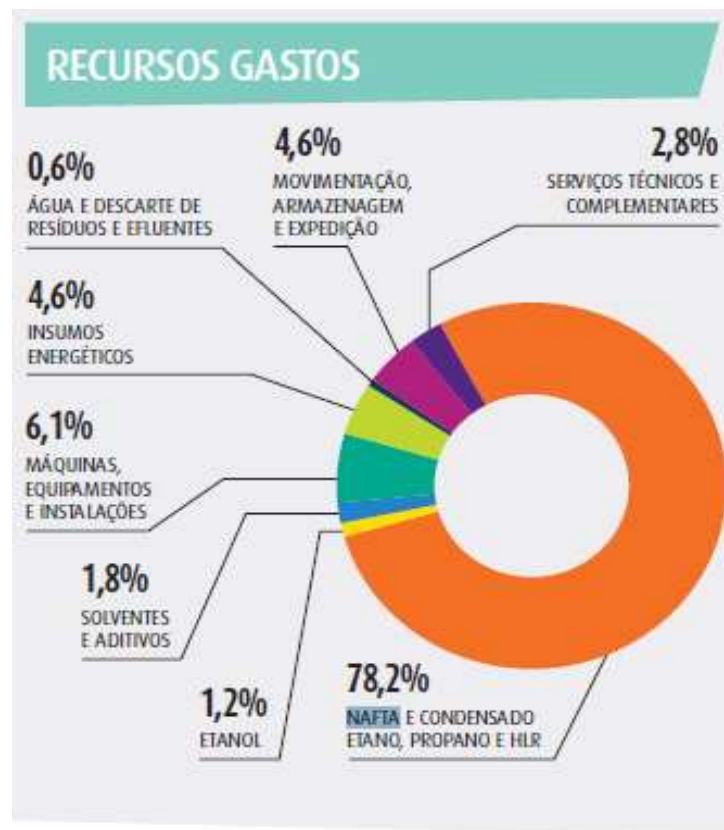
Também em 2010 a Braskem cria sua primeira joint venture com o grupo mexicano Idesa, integrando-se ao projeto Etileno XXI, que receberá investimentos de US\$ 2,5 bilhões para produzir 1 milhão de toneladas de polietileno a partir do etano, matéria-prima derivada do gás natural.



A concentração do estudo será feita no polo de Mauá/Santo André, onde se encontra a indústria de primeira geração de produção denominada “craqueadora” - ela fraciona a nafta, seu principal insumo, transformando-o em petroquímicos básicos (como eteno, propeno e butadieno) e aromáticos (como benzeno, tolueno e xilenos). Esses produtos servem de matéria prima para a segunda geração, produzindo resinas termoplásticas, como polietilenos, polipropileno, PVC, entre outros

A Braskem enfrenta grave problema devido as suas matérias-primas (nafta, condensado, etano, propano e HLR), uma vez que a aquisição é o item de maior impacto no custo da produção chegando a um valor de 78% do custo total, como pode ser visto na figura 7, além de o único fornecedor de nafta no país ser a Petrobras, acionista da Braskem. Diante dessa situação, o preço das matérias-primas está muito ligado a volatilidade do mercado e à negociação da alta-gerência da empresa, com isso busca-se nos processos do dia a dia pontos de melhorias.

Figura 6 – Recursos Gastos



Fonte: (ACERVO INTERNO BRASKEM S.A., 2013).

### 3.2.MODELAGEM DO PROBLEMA

A planta petroquímica de Santo André, mais conhecida como UNIB3 (Unidade de Insumos Básicos) convive com constantes manutenções, sejam elas corretivas ou preventivas. A grande dificuldade nesse processo é a acessibilidade aos locais onde ocorrem

esses trabalhos, ou seja, alcançar os pontos que necessitam da manutenção. Dentre os fatores que agravam o acesso a esses lugares estão à altura e a dificuldade de acesso por se encontrarem no meio do embaraço de tubulações e equipamentos da produção, alto nível em relação ao solo, ou mesmo trabalhos que podem acontecer em espaços confinados, sejam eles em cadeiras, trocadores de calor ou mesmo tanques. A figura 7 mostra exemplos de lugares que eventualmente necessitam de manutenção.

Figura 7 – Planta Braskem UNIB2 e UNIB 3



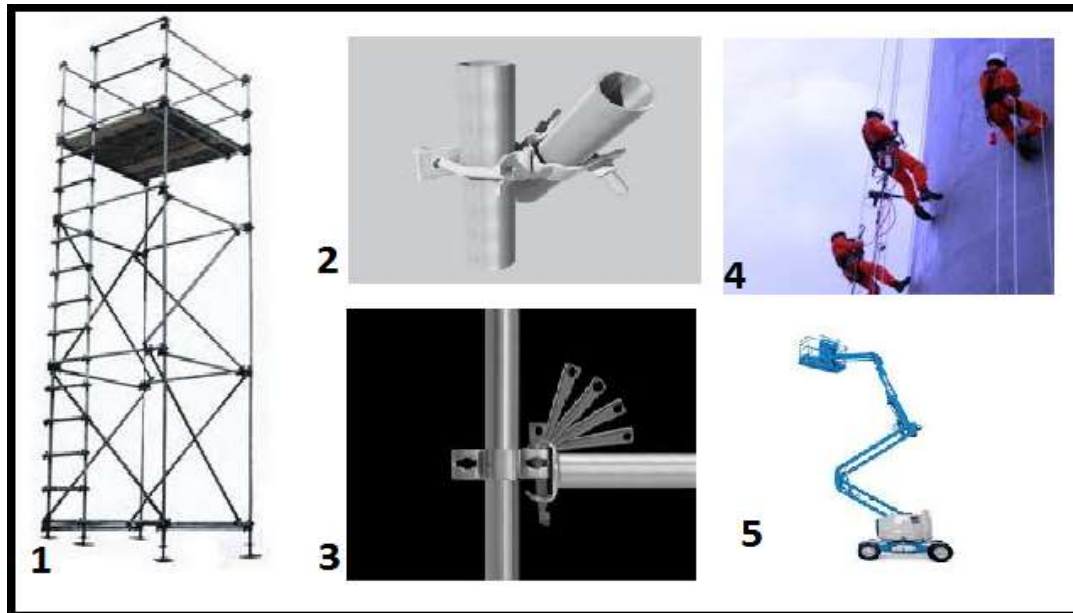
Fonte: (ACERVO INTERNO BRASKEM S.A., 2013).

Tendo em vista o problema de acessibilidade, fica a cargo da Equipe de Manutenção da empresa encontrar um meio de realizar os trabalhos. Para auxiliá-los, a equipe de

Suprimentos-Compras da empresa é responsável por manter contratos com diferentes empresas terceiras, as quais fornecem diferentes serviços que auxiliam no acesso. Atualmente a Braskem trabalha com os seguintes serviços:

- **Andaime Tubular:**  
Andaime é uma estrutura metálica que pode ser feita de aço, madeira, alumínio, entre outros, a qual é montada para dar acesso a algum lugar. O uso deste equipamento segue a Norma Regulamentadora-18. O Andaime Tubular é formado por tubos de aço galvanizado e abraçadeiras (asseguram as conexões dos tubos), o que possibilita uma montagem flexível multidirecional.
- **Andaime de Encaixe:**  
Formado por tubos de forma uniforme na estrutura externa e uma pinça com chaveta auto basculante, a qual facilmente se encaixa numa peça de engate situada em outro tubo, travando o sistema. Processo simples de se praticar, por esse motivo sua montagem é rápida. Contudo limita-se devido a posição fixa das chavetas.
- **Máquina Elevatória:**  
Consiste de um equipamento composto por plataforma de trabalho situada em uma estrutura elevatória, com mobilidade vertical e horizontal e de fácil montagem. Sua utilização segue a Norma Regulamentadora-11.
- **Alpinismo Industrial:**  
Alpinismo Industrial é a realização de trabalhos em altura com o uso das técnicas e práticas de acesso por corda, também conhecido por rapel. O trabalhador dessa modalidade precisa dominar técnicas bem específicas para chegar a pontos elevados e de difícil acesso com toda segurança. Sua utilização segue a Norma Regulamentadora-6.

Figura 8 – Acessos: 1- Estrutura de Andaime, 2- Detalhe Andaime Tubular, 3- Detalhe Andaime de Encaixe, 4 – Alpinismo Industrial, 5 – Máquina Elevatória.



Fonte: (ACERVO INTERNO BRASKEM S.A., 2013).

Com essas quatro possibilidades, o responsável pela Manutenção se torna um decisor a partir do momento em que for realizar um trabalho que exija o apoio de algum serviço de acesso. Sintetizando, para o desenvolvimento da Modelagem do Método AHP, já é possível identificar dois pontos importantes: o tomador de decisão e seu objetivo geral. O tomador de decisão será o responsável pela equipe de manutenção e o objetivo será escolher, dentre os serviços de acesso disponibilizados pela área de Suprimentos, aquele que melhor se encaixe em uma situação que irá variar conforme o tipo de manutenção a realizar.

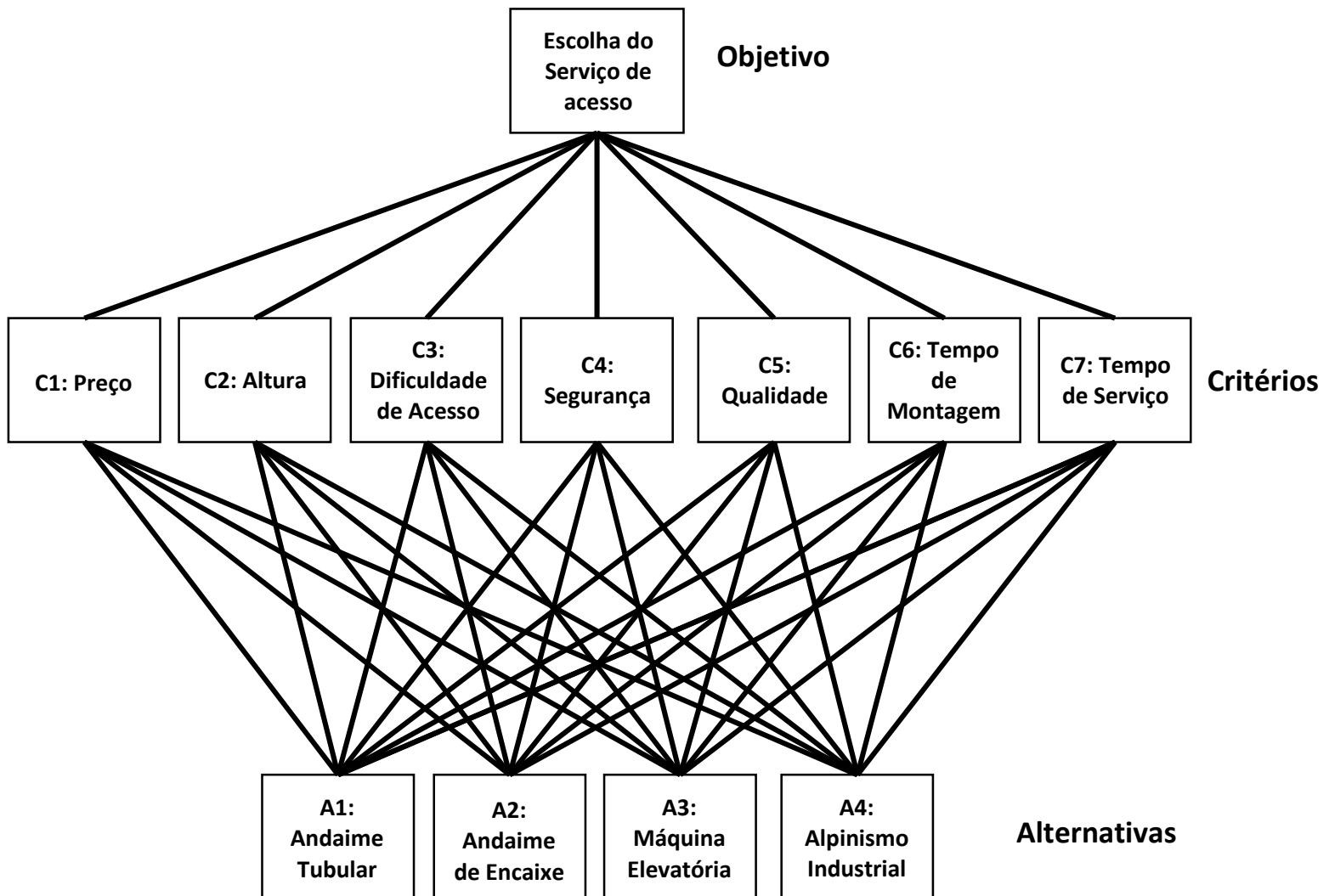
No processo de tomada de decisão o responsável analisa, de forma consciente e inconsciente, os seguintes critérios: Preço; Altura; Dificuldade de Acesso; Segurança; Qualidade; Tempo de Montagem; Tempo de Serviço. A seleção desses critérios foi analisada e discutida em conjunto com os indivíduos escolhidos para participar da modelagem. Essa decisão pode ser feita de modo emergencial em instantes ou com tempo por meio de uma análise detalha. O decisor vai buscar nos critérios os seguintes fundamentos:

- Preço: O custo que o serviço irá causar para sua área e conseqüentemente para empresa;
- Altura: Nível em relação ao solo do local onde será realizada a manutenção;
- Dificuldade de Acesso: Existência ou não obstáculos para alcançar o ponto que necessita do trabalho;
- Segurança: Preocupação com os seguimentos das Normas Regulamentares para garantir a segurança de todos os envolvidos nos trabalhos;
- Qualidade: O conceito de qualidade parte da visão que o decisor tem da situação, ou seja, a melhor possível para a realização do serviço. Admite-se nesse trabalho que é um critério que engloba valores dos outros.

- Tempo de Montagem: O tempo que o terceiro irá demorar para fazer a montagem dos equipamentos que iram possibilitar o acesso;
- Tempo de Serviço: O tempo que a equipe de manutenção irá necessitar para realizar a manutenção

Associando essas informações torna-se possível desenvolver a Estrutura Hierárquica da Modelagem desse trabalho:

Figura 9 – Hierarquia do Método AHP para o modelo



Fonte: do próprio autor.

### 3.3. Tratamento e Análise de dados

Como já citado anteriormente, utilizou-se nesse trabalho o software Excel para coleta, tratamento e análise dos dados do Método AHP. O autor desse artigo desenvolveu uma planilha em Excel com matrizes a serem preenchidas, após o qual os dados serão

automaticamente calculados, facilitado o processo. Em alinhamento com os participantes, as comparações foram preenchidas. A primeira preocupação era ter certeza de que todos os dados seguiam uma linha de coerência. Para que isso fosse atingido uma Razão de coerência de 20% foi requerida para todas as matrizes de comparação em pareamento.

Depois de coletar as cinco comparações utilizou-se o método AIJ para fazer a junção dos dados com a intenção de aproximar a teoria da prática, pois, apesar de não participar diretamente da decisão, a equipe de Suprimentos foi considerada como influenciador pelo fato de contratar os fornecedores que iriam realizar os serviços. Saaty (2003) caracteriza a ideia particular de um assunto como um cenário que deve ser representado de forma adequada de sua interação com valores tecnológicos, sociais, políticos e econômicos.

## 4. RESULTADOS

Nesta secção serão mostrados os resultados obtidos pelos dois métodos realizados, AIJ e AHP. Por existirem dependências de um sobre o outro será necessário apresentar os resultados do AIJ primeiro para em seguida apresentar os do AHP. Lembramos que um dos objetivos desse trabalho é entender como os tomadores de decisão utilizam os critérios para escolher as alternativas à sua disposição.

### 4.1. AIJ

Os dados foram agregados em 2 etapas. Primeiro as matrizes de comparação Critério X Critério e em seguida as matrizes Alternativa X Alternativa. A finalidade desse método não é analisar os dados, apenas fazer sua junção para que se possa interpretar e analisar as respostas do grupo em conjunto na etapa seguinte, com o intuito de entender a tomada de decisão em grupo.

Está demonstrada a seguir a matriz Critério X Critério: representação da união das cinco matrizes Critério X Critério, respondida pelos participantes dessa modelagem.

Tabela 3 – Matriz Critério X Critério

		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
		Preço	Altura	Dificuldade de Acesso	Segurança	Qualidade	Tempo de Montagem	Tempo de Serviço
C <sub>1</sub>	Preço	1	13/8	13/8	1/3	1/4	3/7	1/3
C <sub>2</sub>	Altura	3/4	1	1/5	1/4	2/5	11/2	2/5
C <sub>3</sub>	Dificuldade de Acesso	5/7	47/9	1	1/2	2/3	4	11/5
C <sub>4</sub>	Segurança	31/3	4	18/9	1	1	45/9	11/2
C <sub>5</sub>	Qualidade	33/4	24/9	11/2	11/9	1	15/7	1
C <sub>6</sub>	Tempo de Montagem	21/3	2/3	1/4	2/9	3/5	1	4/7
C <sub>7</sub>	Tempo de Serviço	24/5	24/7	5/6	2/3	1	15/7	1

Em seguida podemos visualizar as matrizes Alternativa X Alternativa em relação a um critério: representação da união das cinco matrizes Alternativa X Alternativa focada em cada critério, respondida pelos participantes dessa modelagem.

- Em relação ao Critério Preço – C<sub>1</sub>:

Tabela 4 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Preço.

<b>C<sub>1</sub>. Preço</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	5/7	2/3	2 3/4
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	1 2/5	<b>1</b>	2/3	2 6/7
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	1 1/2	1 1/2	<b>1</b>	4
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	1/3	1/3	1/4	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Altura – C<sub>2</sub>:

Tabela 5 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Altura.

<b>C<sub>2</sub>. Altura</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	5/6	3 4/5	5/7
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	1 2/9	<b>1</b>	3 1/5	2/3
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	1/4	1/3	<b>1</b>	1 3/5
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	1 2/5	1 1/2	5/8	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Dificuldade de Acesso – C<sub>3</sub>:

Tabela 6 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Dificuldade de Acesso

<b>C<sub>3</sub>. Dificuldade de Acesso</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	3 3/8	6 2/3	1/6
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	2/7	<b>1</b>	4 5/6	1/6
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	1/7	1/5	<b>1</b>	2/7
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	6 1/7	6 1/3	3 5/9	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Segurança – C<sub>4</sub>:

Tabela 7 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Segurança.

<b>C<sub>4</sub>. Segurança</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	3/4	5/8	2 2/7
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	1 1/3	<b>1</b>	3/5	2 2/7
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	1 5/8	1 2/3	<b>1</b>	5
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	3/7	3/7	1/5	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Qualidade – C<sub>5</sub>:



Tabela 8 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à Qualidade.

<b>C<sub>5</sub>. Qualidade</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	1/3	3/8	3/4
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	3 1/5	<b>1</b>	4/9	1 1/3
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	2 5/8	2 1/5	<b>1</b>	3 1/3
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	1 1/3	3/4	1/3	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Tempo de Montagem – C<sub>6</sub>:

Tabela 9 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Tempo de Montagem.

<b>C<sub>6</sub>. Tempo de Montagem</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	1/6	1/8	1/3
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	5 1/2	<b>1</b>	1/7	3/7
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	8 2/7	7 3/7	<b>1</b>	12/3
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	2 4/5	2 2/7	3/5	<b>1</b>

- Em relação ao Critério Tempo de Serviço – C<sub>7</sub>:

Tabela 10 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação ao Tempo de Serviço.

<b>C<sub>7</sub>. Tempo do Serviço</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
		<b>Andaime Tubular</b>	<b>Andaime Encaixe</b>	<b>Máquina Elevatória</b>	<b>Alpinismo Industrial</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	<b>Andaime Tubular</b>	<b>1</b>	1	15/6	5 1/6
<b>A<sub>2</sub></b>	<b>Andaime Encaixe</b>	1	<b>1</b>	15/6	5 1/6
<b>A<sub>3</sub></b>	<b>Máquina Elevatória</b>	1/2	1/2	<b>1</b>	2 6/7
<b>A<sub>4</sub></b>	<b>Alpinismo Industrial</b>	1/5	1/5	1/3	<b>1</b>

O resultado de cada indivíduo foi discutido em separado, entre o próprio indivíduo e o autor desse trabalho para se ter certeza que o resultado tinha aderência com a realidade vivida pelo mesmo. Afirmado isso, temos no resultado acima as condições para uma tomada de decisão em grupo, agora é possível dar seguimento no método AHP.

## 4.2.AHP.

### 4.2.1. Matriz Critério x Critério

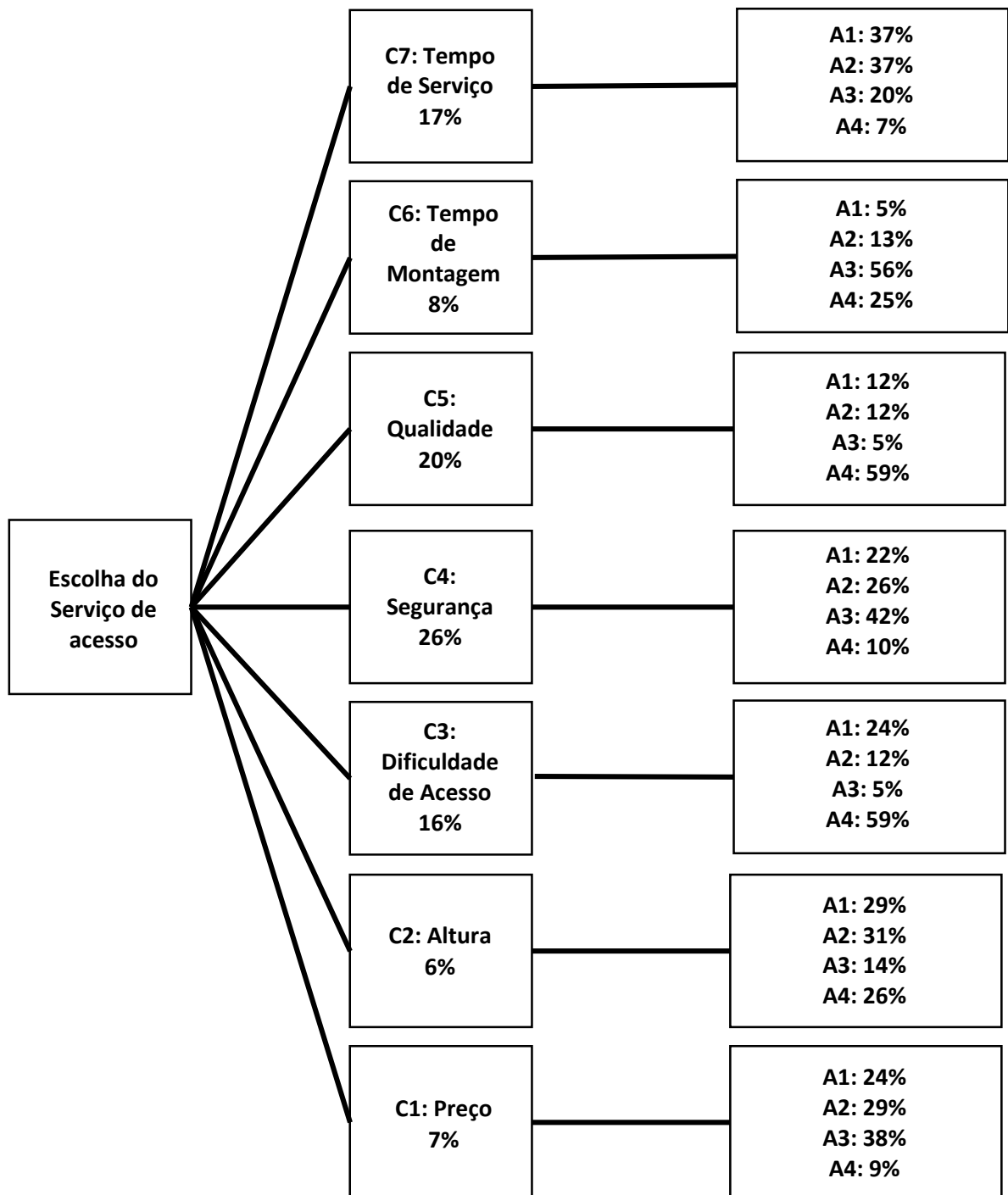
Coletados os resultados do método AII, foram feitos os cálculos da matriz comparação Critério x Critério, e chegamos aos resultados vistos no Histograma 1. Com isso podemos classificar os critérios nessa ordem decrescente:

- 1º - Segurança;
- 2º - Qualidade;

- 3º - Tempo de Serviço;
- 4º - Dificuldade de Acesso;
- 5º - Tempo de Montagem;
- 6º - Preço;
- 7º - Altura.

Através da aplicação do método AHP foi possível obter a importância e o desempenho de cada critério a ser trabalhado. A importância e o desempenho de cada critério pode ser notado através da porcentagem obtida com os cálculos. Junto com a análise de sensibilidade é possível visualizar qual critério deve ser trabalho e a partir de qual momento o mesmo deve receber atenção, e com isso, conseguir obter um maior sucesso na organização (PEREIRA; BIANCHINI, 2013).

Figura 10 - Hierarquia para Cálculo das Alternativas.



Fonte: do próprio autor.

O critério Segurança se destacou dentre os outros e se mostra mais importante para a escolha de um serviço. A percepção de segurança é a associação do conhecimento dos perigos que o indivíduo tem com a prática e a influência das normas regulamentadoras existentes nas indústrias. As medidas passadas a funcionários pelas empresas são que a segurança do trabalho deve proteger a integridade e a capacidade de trabalho, visando sempre minimizar

os acidentes e as doenças ocupacionais decorrentes da prática das atividades desenvolvidas nas empresas (ALMEIDA, 2012).

Analisando o critério Segurança na matriz hierárquica (Figura 9) nas condições do vetor decisão, o mesmo tem 26% de importância no total. Visto que esse quesito é de suma importância, pode-se dedicar a estudar o grau de segurança que as atuais alternativas oferecem, entender se essa importância é apenas por uma questão de cultura da empresa ou pela falta da mesma nos serviços oferecidos.

Dando sequência ao nível da matriz, podemos definir o ranking de prioridade na escolha das alternativas quando focamos apenas nesse quesito, com isso a ordem seria: A3: Máquina Elevatória, 42% de peso; A2: A. Encaixe, 26%; A1: A. Tubular, 22%; A4: Alpinismo Industrial, 10%. Conclui-se que o serviço de Máquina Elevatória é considerado o mais seguro para os participantes da modelagem e o Alpinismo Industrial o que gera mais risco.

Logo após o Critério Segurança, a Qualidade gerou importância relevante para a tomada de decisão desse modelo tendo peso de 20% na escolha do serviço. A noção de Qualidade pode mudar quando trocamos de área industrial, já que, com diferentes visões tem-se diferentes expectativas do serviço. Contudo, buscou-se nessa modelagem uma percepção do grupo, pois, apesar de diferirem em alguns pontos, todos dividem o mesmo objetivo, ou seja, a busca por melhores desempenhos para a empresa. Quanto maiores os padrões de níveis de exigência, os quais tendem a serem incrementados com o avanço da tecnologia e inovação, maiores os graus de qualidade dos produtos e serviços oferecidos (MASTRANTONIO; TOLEDO, 2013).

A matriz hierárquica ainda mostra que, para a Qualidade, pode-se colocar as alternativas na seguinte ordem A3: Máquina Elevatória, 46% de peso; A2: A. Encaixe, 26%; A4: Alpinismo Industrial, 16%; A1: A. Tubular, 12%. Para os avaliadores o serviço de Máquina Elevatória consegue proporcionar as melhores condições para a execução das manutenções.

O critério Tempo de Serviço foi classificado com peso de 17% em uma tomada de decisão, mostrando a importância parcial do tempo necessário para a execução da manutenção, ou seja, quanto tempo o(s) responsável(is) leva(m) em cima das opções de acesso, qualquer que seja ela. A definição da importância desse item está relacionada com a percepção que o avaliador tem de um tempo médio para uma manutenção ser realizada, com isso, se a percepção dele for que a maioria das manutenções demanda um longo tempo será indispensável um lugar adequado, devido a fadiga causada.

Pode-se fazer uma correlação desse critério com a Qualidade e as alternativas de acesso, pois quando mais tempo o indivíduo levar para fazer o reparo, melhor terá de ser o conforto e meio para que ele conclua seus afazeres de forma satisfatória. As opções de alternativas para esse critério foram arranjadas nessa ordem: A1: Tubular, 37%, A2: A. Encaixe, 37%, A3: Máquina Elevatória, 20%, e A4: Alpinismo Industrial, 7%. Fica evidenciado que as opções de andaime proporcionam uma estabilidade para o usuário.

Com peso pouco inferior ao Critério Tempo de Serviço, a Dificuldade de Acesso aparece com porcentagem de 16% para uma possível decisão. No entanto, não se pode concluir que seja evidência de que não existam situações complexas para se trabalhar numa manutenção, pois elas são uma realidade constante no dia a dia da indústria petroquímica. Apenas evidencia que existem outros critérios mais críticos no processo de decisão. Para esse

critério as alternativas seguem o seguinte ranking: A4: Alpinismo Industrial, 59%; A1: A. Tubular, 24%; A2: A. Encaixe, 12%; A3: Máquina Elevatória, 5%. Tanto o Alpinismo Industrial quanto o Andaime Tubular apresentam característica que os ajudam no critério de flexibilidade; eles apresentam uma estrutura ajustável a diversos ambientes, possibilitando assim a adaptação à maioria das situações. Contudo existem lugares dentro da planta petroquímica que será possível apenas o uso de alpinismo industrial, como espaços confinados. Exemplo: Dentro de tanques (Figura 8).

Com o peso reduzido dos critérios já citados, o Tempo de Montagem obteve porcentagem de 8% para os avaliadores. Apesar de parecer não demandar muita atenção, esse critério ganha importância e atenção em ocasiões de emergências, onde o reparo necessita ser feito em curto espaço de tempo. As alternativas são ordenadas assim: A3: Máquina Elevatória, 56%; A4: Alpinismo Industrial, 25%; A2: A. Encaixe, 13%; A1: A. Tubular, 5%. Conclui-se dessa ordem que se prioriza o serviço de acesso mais rápido, pois a montagem da máquina elevatória além de ser rápida não é complexa como as outras opções.

Os serviços de acesso são, sem exceção, fornecidos por empresas terceiras (parceiras) e a primeira impressão que tende a ficar é o custo financeiro para empresa contratante. Entretanto, esse critério foi apenas o sexto para os participantes dessa modelagem. O critério Preço atingiu apenas peso de 7% de importância no processo de tomada de decisão.

Diversos fatores podem influenciar no Preço do serviço de acesso: custo da mão de obra, material utilizado, aluguel do maquinário, equipamentos de segurança, exames para cumprimento das normas de segurança, faixa de altura a ser atingida, etc. Por existir dentro da indústria, que serviu de modelo para esse trabalho, um procedimento rígido de concorrência para contratação dos terceiros, os preços chegam fechados para a equipe de manutenção, tendo como preocupação com esse quesito somente a utilização da verba do contrato. O contrato aprovado significa que a verba já foi deslocada internamente para aquela função, ou seja, todas as preocupações e atenção em relação ao preço são tomadas na etapa da concorrência. Devido a esse fato, o custo não é umas das preocupações principais na tomada de decisão.

Para o critério Preço foram classificadas as alternativas na ordem: A3: Máquina Elevatória, 38%; A2: A. Encaixe, 29%; A1: A. Tubular, 24%; A4: Alpinismo Industrial, 9%. Essa ordem não se justifica apenas pelo valor total de cada serviço, mas também por sua complexidade. Os fatores que influenciam o preço da máquina elevatória são menores que os andaimes e o alpinismo, por usar uma menor mão de obra para sua realização, além de utilizar menos equipamentos e materiais.

O último critério, porém também influenciador na decisão, refere-se à Altura que aparece com peso de 6%. Dentro da Petroquímica estudada a altura é dividida em faixas de 0 a 10 metros, 10 a 20 metros, 30 a 40 metros e acima de 40 metros - as faixas mais baixas são as mais utilizadas. Para as faixas existem duas situações distintas: nas faixas baixas, na maioria dos casos, pode-se usar qualquer umas das alternativas, porém nas mais altas é predominante o uso de andaime pelo seu poder de alcance e estabilidade.

Dentro do critério Altura as alternativas foram arranjadas da seguinte forma: A2: A. Encaixe, 31%; A1: A. Tubular, 29%; A4: Alpinismo Industrial, 26% e Máquina Elevatória, 14%. A preferência por andaimes se deve ao fato de ser possível o uso deles em qualquer faixa de altura, o mesmo é aplicável no alpinismo industrial, porém nesse as dificuldades de

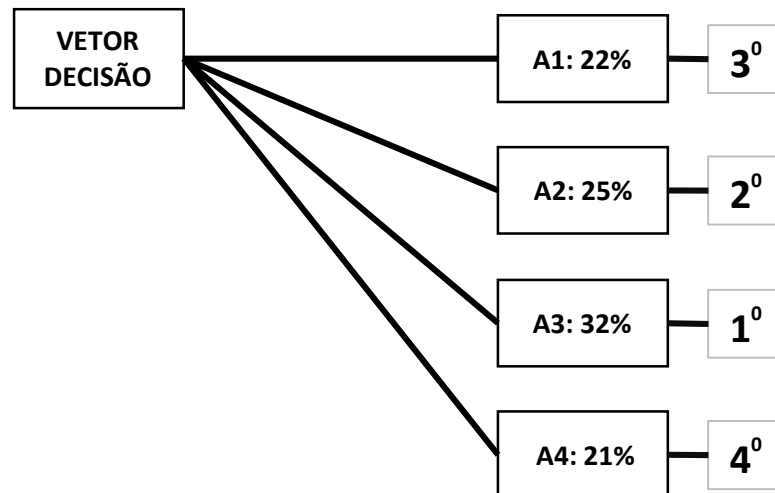
montagem são proporcionais ao aumento de altura. Já a Máquina Elevatória tem um limite de altura.

#### 4.2.2. Matriz Alternativa x Alternativas em relação a um critério

No último nível da matriz hierárquica (Figura 9) ao juntar os dados analisados acima podemos ordenar as alternativas como a seguir:

- 1º – A<sub>3</sub>: Máquina Elevatória;
- 2º – A<sub>2</sub>: Andaime de Encaixe;
- 3º – A<sub>1</sub>: Andaime Tubular;
- 4º – A<sub>4</sub>: Alpinismo Industrial.

Figura 11 - Peso das Alternativas



Fonte: do próprio autor.

Tabela 11- Comparação das Alternativas

Alternativa	Maior Avaliação	Menor Avaliação	Diferença
A3	56%	5%	0.51
A2	37%	12%	0.25
A1	37%	5%	0.32
A4	59%	7%	0.52

Apesar de ter sido classificado como a primeira alternativa, a Máquina Elevatória foi considerada como última escolha em dois critérios, obtendo uma diferença de 51% entre os pesos; contudo é a escolhida em 4 dos 7 sete critérios estudados, entre eles Preço, Segurança, Qualidade, Tempo de Montagem. Logo, a alternativa na segunda posição (Andaime Encaixe)

teve uma oscilação menor, mantendo-se na maioria das avaliações em segunda ou terceira opção. O Andaime Tubular apareceu oscilando nas posições de baixo, como terceira e quarta alternativa. Última opção para a tomada de decisão, o Alpinismo Industrial teve a maior oscilação no peso, 52%. Isso se deve ao fato de ser considerado, na maioria das vezes, entre as últimas opções e em apenas para um critério ser considerado o mais apropriado (C3 – dificuldade de acesso).

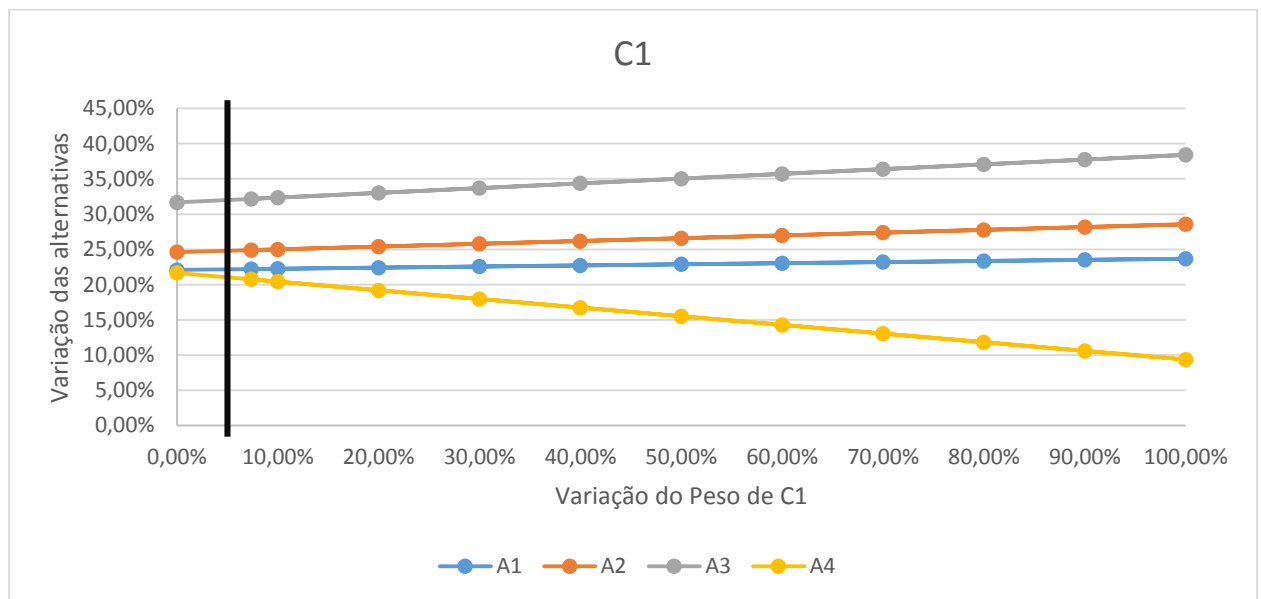
### 4.2.3. Análise de Sensibilidade dos Critérios

Até agora analisamos a tomada de decisão em um contexto geral, ou seja, em situações genéricas. Os pesos dos critérios irão mudar conforme a situação apresentada no dia a dia da indústria e a variação pode ser tamanha que irá alterar as ordens de escolha das alternativas. Podemos encontrar situações onde a importância de algum critério específico é tal que apenas uma alternativa será possível naquela situação.

Para explorar essas situações foi utilizada nessa modelagem a análise de sensibilidade, para todos os critérios. Cada um dos critérios foi exposto a uma variação dos pesos a fim de analisar o comportamento das alternativas. Lembrando que os dados da Análise de Sensibilidade foram extraídos da Tomada de Decisão em Grupo (JIP), com isso a representação mostrada expressa uma opinião de um grupo e não de apenas um indivíduo.

#### 4.2.3.1. Critério C<sub>1</sub> – Preço

Gráfico 1 – Sensibilidade, Preço

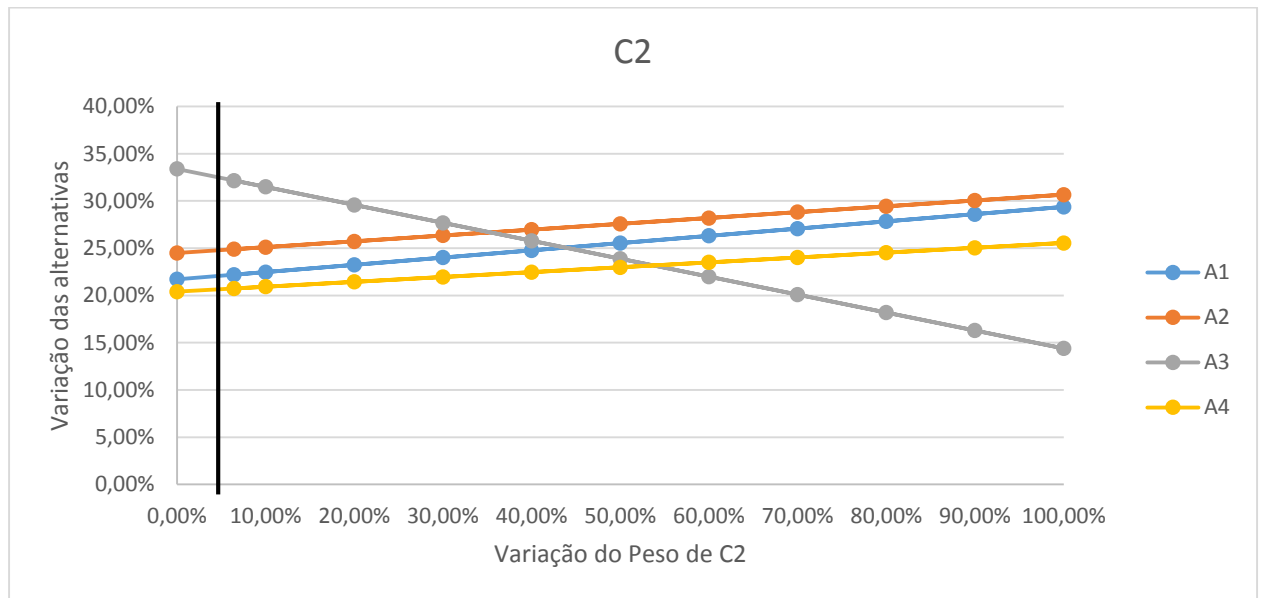


Para o critério Preço não houve mudanças nas ordens das alternativas, as diferenças entre as alternativas só aumentaram e ficaram mais distantes conforme o peso do preço aumentou. O peso do Preço, que para situações gerais foi classificado com 7% de peso, pode mudar em situações onde a verba disponível para o projeto é controlada ao extremo e

qualquer custo a mais pode inviabilizar a continuidade do mesmo, no entanto, para qualquer importância desse critério a Máquina Elevatória é alternativa escolhida como primeira opção.

#### 4.2.3.2. Critério C<sub>2</sub> – Altura

Gráfico 2 – Sensibilidade, Altura.



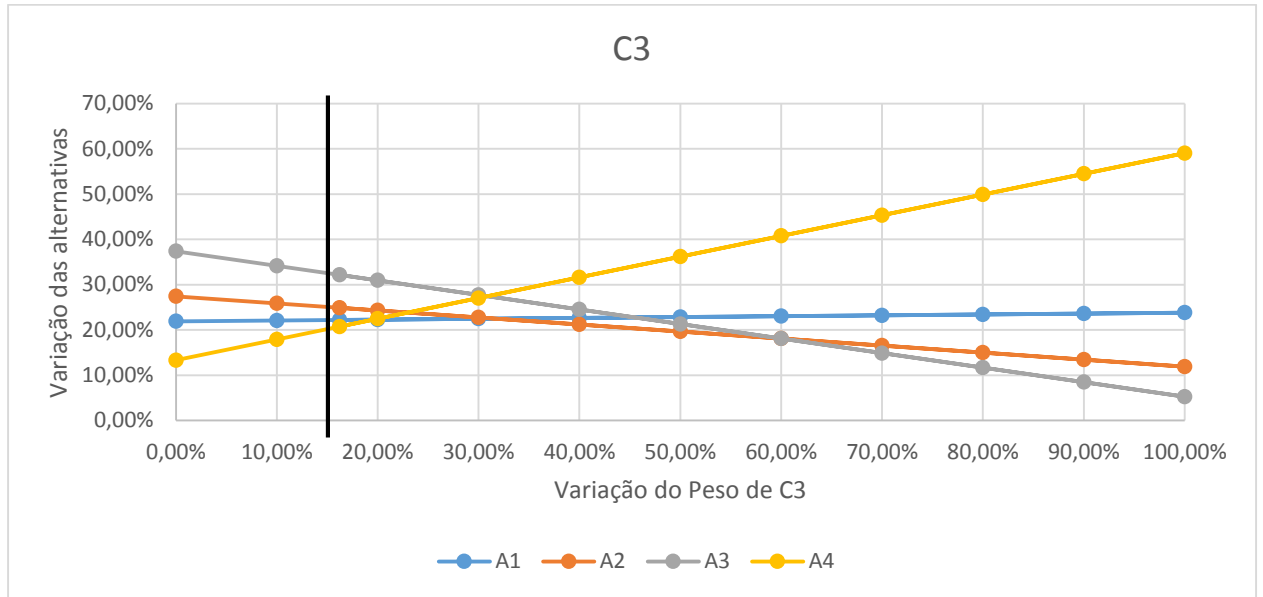
O critério Altura teve mudanças na sua ordem de alternativas, sendo que, a alternativa A3 que é a primeira em condições práticas (altura com peso de 6%), decresce inversamente proporcional com o crescimento do peso desse critério. As outras alternativas mantêm crescimento constante e permanecem na mesma ordem. Pelo gráfico X2 pode-se ver que, quando atingimos um valor de peso de aproximadamente 45% a alternativa A2 torna-se a preferência e continua assim até a evolução de 100% desse critério.

Isto se deve à inviabilidade de se trabalhar com máquina elevatória em grandes alturas, enquanto as outras alternativas conseguem conservar suas características. Ou seja, em condições normais do dia a dia, em alturas de 0 a 10 metros, é mais viável trabalhar com máquina elevatória, porém quando se exigem alturas mais elevadas a preferência passa a ser o andaime de encaixe.



4.2.3.3. Critério C<sub>3</sub> – Dificuldade de Acesso

Gráfico 3 – Sensibilidade, Dificuldade de Acesso.

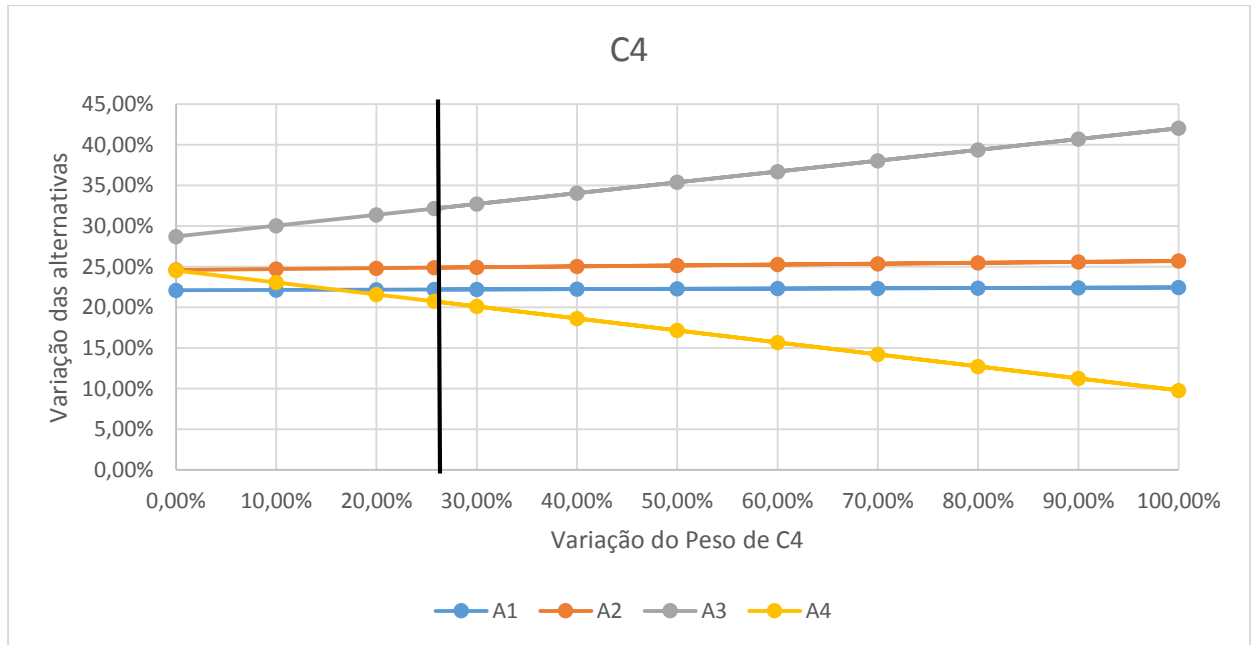


A variação no Critério Dificuldade de Acesso é diferente das já analisadas, pois há uma inversão total de todas as alternativas. Com um peso de 16% é possível observar no gráfico que a alternativa A3 é a primeira escolha, seguido de A2, A1 e A4; entretanto, conforme o peso aumenta, as alternativas vão variando e, na faixa de 30% a 70% elas se invertem por completo, ficando com a seguinte sequência: A4, A1, A2, A3.

Esse fenômeno é decorrência das limitações de alguns serviços de acesso - dependendo da situação e do lugar da manutenção algumas das alternativas serão inviabilizadas. O alpinismo industrial é o mais flexível de todos podendo atuar na maioria dos locais da indústria dessa modelagem.

#### 4.2.3.4. Critério C<sub>4</sub> – Segurança

Gráfico 4 - Sensibilidade, Segurança.

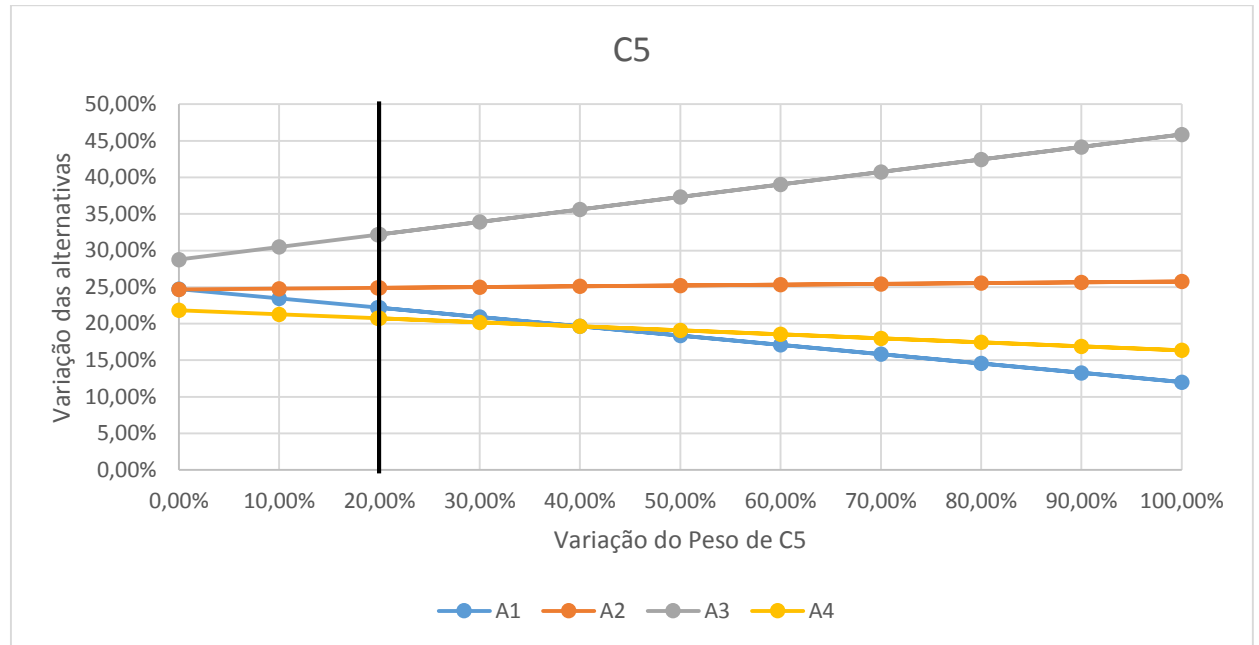


Segurança, o critério mais relevante para a tomada de decisão, com peso de 26%, mostra em sua análise de sensibilidade uma aplicação do entendimento de segurança da indústria petroquímica. Em qualquer situação o preferível será a utilização da máquina elevatória, pois conforme o peso da segurança aumenta a preferência por essa alternativa também aumenta. Os dois tipos de andaimes se mantêm constantes, pelo simples motivo de apresentarem o mesmo nível de segurança, não importa a situação.

O alpinismo passa a demandar mais atenção em situações que oferecem mais perigo, pois o próprio serviço já oferece risco. Em situações onde não será necessária nenhuma preocupação com a segurança, situação raríssima em qualquer lugar, o alpinismo pode ser considerado a segunda opção em relação a esse critério; contudo, quando elevamos esse peso para 20% ele já é considerado a última opção.

## 4.2.3.5. Critério C5 – Qualidade

Gráfico 5 – Sensibilidade, Qualidade.

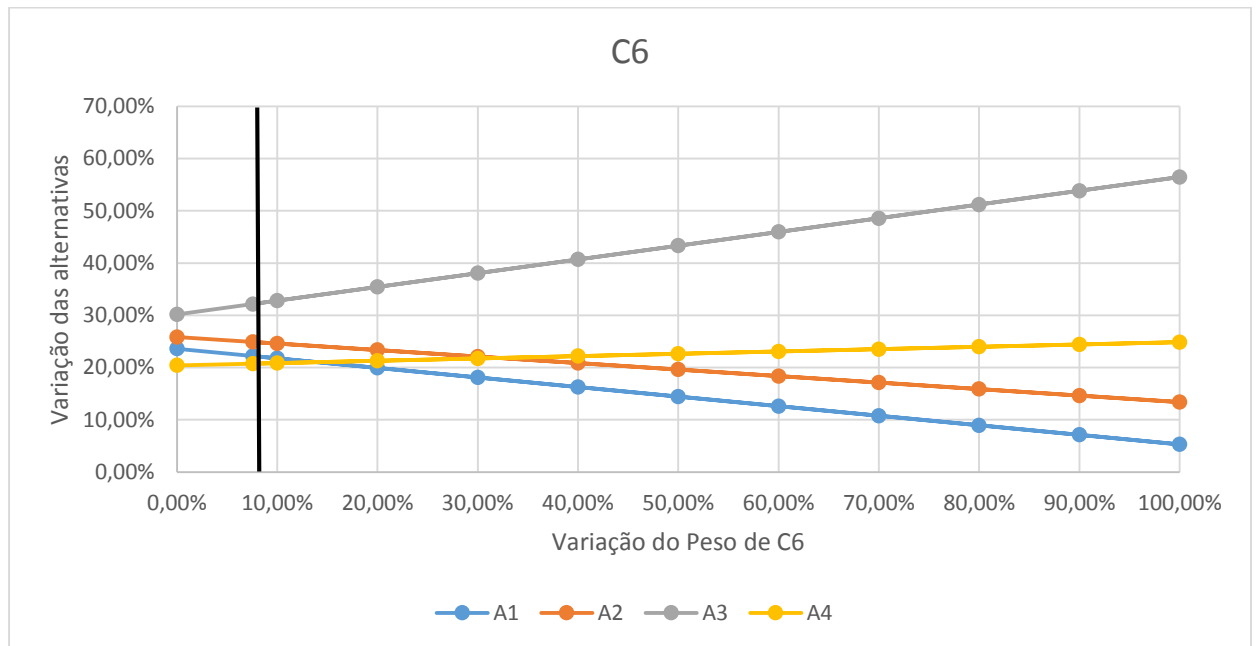


A ideia de qualidade pode variar muito para cada pessoa, porém com a utilização da tomada de decisão em grupo buscou-se o entendimento de qualidade da indústria.

O gráfico de análise de sensibilidade de qualidade mostra que em qualquer situação a alternativa sempre preferível será a Máquina Elevatória. Mostra também que duas alternativas se mostram constantes (A2 e A4), e que a alternativa A1 decresce quando se exige mais qualidade.

#### 4.2.3.6. Critério C6 – Tempo de Montagem

Gráfico 6 – Sensibilidade, Tempo de Montagem.

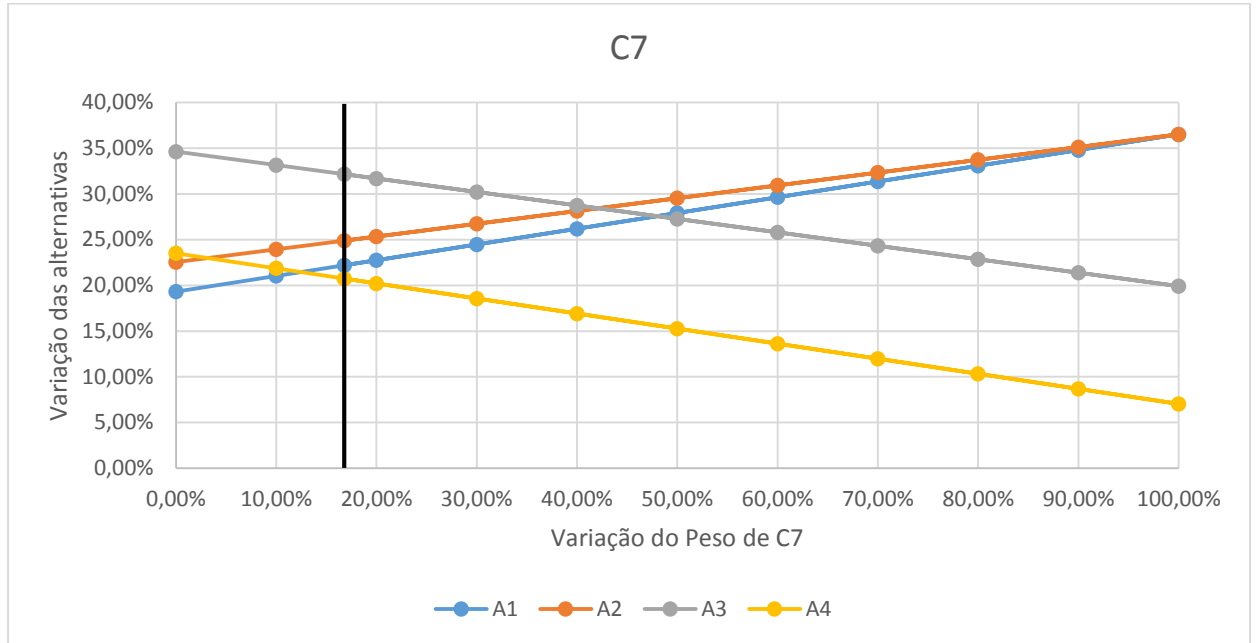


Mais uma vez a Máquina Elevatória aparece como alternativa de preferência não importando o peso designado para o critério. Para o peso em condição padrão, 8%, a ordem das alternativas fica A3, A2, A1, A4.

O tempo de montagem da máquina elevatória é constante. Independentemente da altura requisitada, esse serviço é consideravelmente mais ágil na montagem que os outros serviços. O alpinismo tem uma montagem padrão, que pouco se altera quando colocado em situações adversas. Os andaimes têm um tempo de montagem proporcional em relação à altura desejada a alcançar: quanto mais alto se deseja chegar, mais demorado será sua montagem, por isso a preferência por esse tipo de serviço cai quando se exige um pouco mais desse critério.

#### 4.2.3.7. Critério C7 – Tempo de Serviço

Gráfico 7 – Sensibilidade, Tempo de Serviço.



Dentre os Critérios analisados, a análise de sensibilidade do Tempo de Serviço mostrou mais mudanças. Com o peso desse critério em 0% temos a seguinte ordem: A3, A4, A2, A1. Quando chegamos a 17%, ou o peso em condições normais, a ordem se modifica um pouco ficando em A3, A2, A1, A4 e, com um peso de 100% para esse critério, temos A1 e A2 praticamente empatados.

Os andaimes têm uma estrutura muito estável, por isso quanto maior a importância desse critério mais favorável será o uso desse acesso. O alpinismo possui uma estrutura extremamente desconfortável para o usuário, por isso decresce bastante conforme o peso aumenta.

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido aqui buscou discutir a questão conceitual e fornecer dados que mostrassem a aplicabilidade dos métodos de tomada de decisão em organizações em casos reais, vividos no dia a dia de uma indústria. Com o método estudado, o AHP, foi possível a absorção de conhecimentos e informações da mão de obra da indústria petroquímica e transformá-las em números e matrizes de comparação, sempre o mais próximo da realidade.

Os números foram tratados e analisados com retorno. Pelo método foi possível garantir uma forte relação com o que fora discutido com os participantes dessa modelagem previamente a esse estudo. Isso mostra a aderência dos resultados do método AHP com a realidade vivida, por esse motivo é possível dizer que esse trabalho conseguiu atingir seu objetivo geral.

Em relação aos objetivos específicos, o estudo compreendeu as alternativas de acesso dentro da indústria, conseguiu esclarecer os pontos fortes de cada acesso e os critérios que levaram para a sua decisão, e por fim, foi possível indicar não somente serviços de acesso para uma situação geral, mas também para casos específicos onde os critérios possam variar.

Percebemos que, com o método AHP é possível entender um processo de decisão, abrir as possibilidades de escolha e compreender os fatores que podem levar o decisor a escolher ou preferir determinada alternativa, modelando prováveis situações nas análises matemáticas e comprovando a sua proximidade com as situações vividas.

No modelo em estudo foi comprovado que para situações normais a alternativa que tende a ser a preferível é a Máquina Elevatória; contudo essas condições normais são raras no ambiente fabril, por isso o ponto focal nesse estudo é a análise de sensibilidade. Esse ponto pode ser considerado focal pois as variações nos critérios permitem identificar todas as situações possíveis que podemos encontrar na indústria.

O entendimento de cada situação nos permite ter uma visão global, porém também específica o ambiente em que são feitas as decisões. Conseguimos estudar os detalhes específicos de cada circunstância e entender seu impacto na empresa, base para o entendimento dos gráficos de análise de sensibilidade. Com eles é possível entender em qual ocasião será preferível cada alternativa e os pontos fracos e fortes de cada uma.

Para concretizar um bom projeto é necessário ter bom entendimento da condição da companhia, o que foi proposto por este trabalho. Como sequência a esse estudo, sugere-se uma busca por ferramentas capazes de absorver as informações coletadas e devolver automaticamente a melhor alternativa. Entretanto, diferente do que foi feito nesse trabalho, deve-se analisar também o uso de *inputs* a fim de especificar com exatidão a situação que se deseja para a tomada de decisão. Para tal, recomenda-se usar a metodologia *Fuzzy*.

Outra sugestão seria aumentar o número de alternativas para o acesso. Empresas de alto padrão são obrigadas a constantemente procurar novas tecnologias, além de ficarem reféns de apenas quatro opções, o que se mostra um risco grande já que se trata de um serviço que é realizado constantemente na rotina da empresa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria de Lourdes de et al. Instrumentos gerenciais utilizados na tomada de decisão do enfermeiro no contexto hospitalar. **Texto e Contexto Enfermagem**, v. 20, p. 131, 2011.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.
- ATNAYAKE, R. M. C.; MARKESET, T. Methodology and theory: Technical integrity management: Measuring HSE awareness using AHP in selecting a maintenance strategy. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 16, n. 1, p. 44-63, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/13552511011030327>
- Benítez, J., Delgado-Galván, X., Izquierdo, J., & Pérez-García, R. Improving consistency in AHP decision-making processes. **Applied Mathematics and Computation**, v. 219, n. 5, p. 2432-2441, 2012
- BERTRAND, J. Will M.; FRANSOO, Jan C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.
- CAMPOS, Maria Betânia Aparecida. **Métodos multicritérios que envolvem a tomada de decisão**, 2011.x, 51p. il.
- CHUNG, Shu-Hsing; LEE, Amy HI; PEARN, Wen-Lea. Product mix optimization for semiconductor manufacturing based on AHP and ANP analysis. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 25, n. 11-12, p. 1144-1156, 2005.
- DA SILVA, Helder Antônio et al. **Uso do AHP na avaliação do desempenho do sistema de gestão da qualidade, meio ambiente e segurança e saúde ocupacional integrados**. Dirección y Organización, n. 44, p. 48-63, 2011.
- DE ALMEIDA, Simone; MORAIS, Danielle Costa; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. Agregação de pontos de vista de stakeholders utilizando o Value-Focused Thinking associado à mapeamento cognitivo. **Prod.**, São Paulo , v. 24, n. 1, Mar. 2014.
- DE CAVALHO, Kahan Monteiro; PESSÔA, Leonel Cesarino. Classificação de Projetos: Um Estudo da Aplicação do Método AHP. **Revista de Gestão e Projetos-GeP**, v. 3, n. 1, p. 280-298, 2012.
- DE SOUZA, LETÍCIA Tissi Traciera. **Auxílio à decisão utilizando o método ahp-análise competitiva dos softwares estatísticos**.
- FORMAN, Ernest; PENIWATI, Kirti. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European journal of operational research**, v. 108, n. 1, p. 165-169, 1998.

FREITAS, Andressa Marques De Pina; VIANA, Adriana Backx Noronha. Descrição das Aplicações do Método AHP no Campo da Administração Através da Construção de Mapa Conceitual.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. PLAGEDER, 2009.

LEITÃO, Sérgio Proença. O poder no contexto da decisão organizacional. **Revista de Administração Pública**, v. 30, n. 2, p. 137 a 151, 2013.

CASTAÑEDA M. D. L. Dolores Sánchez; WALKER, Stephen G. Group Decixion Making. **Bol. Soc. Mat. Mexicana** (3) Vol. 19, 2013.

MARCHEZETTI, Ana Lúcia; KAVISKI, Eloy; BRAGA, Maria Cristina Borga. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. **Ambient. constr. (Online)**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, Jun. 2011. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212011000200012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000200012&lng=en&nrm=iso). Acesso em 14 Nov. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212011000200012>.

MASTRANTONIO, Sabrina Di Salvo; TOLEDO, José Carlos de, A gestão da qualidade em fabricantes de equipamentos para a indústria de alimentos. **Engevista**, v. 15, n. 3, 2013.

SADEGHI, Mehdi; AMELI, Ahmad. An AHP decision making model for optimal allocation of energy subsidy among socio-economic subsectors in Iran. *Energy Policy*, v. 45, p. 24-32, 2012.

NEVES, Roberta Braga; PEREIRA, Valdecy; COSTA, Helder Gomes. Auxílio multicritério à decisão aplicado ao planejamento e gestão na indústria de petróleo e gás. **Production Journal**, p. 0-0, 2013.

OLIVEIRA, Maria Emília Pecktor de. **Gestão da informação para o processo de tomada de decisão na designação de funções em universidades públicas federais**. 2012.

PASSOS, Aderson Campos; GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro. Enfoque multicritério à teoria das prospectivas: fundamentos e aplicação. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 6, n. 1, 2008.

PEDRYCZ, Witold; SONG, Mingli. A granulation of linguistic information in AHP decision-making problems. **Information Fusion**, 2011.

PEREIRA, Rodrigo Araújo; BIANCHINI, David. Aplicação do Método AHP na Tomada de Decisão para a Redução dos Níveis de Ação Legal em Telecomunicações. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 12, n. 4, p. 153-182, 2013.

RATNAYAKE, R. M. C.; MARKESET, T. Methodology and theory: Technical integrity management: Measuring HSE awareness using AHP in selecting a maintenance strategy. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 16, n. 1, p. 44-63, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/13552511011030327SAATY>, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**. v. 15, p. 234-281, 1977



SAATY, Thomas L. **Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks**. RWS publications, 2005.

SADEGHI, Mehdi; AMELI, Ahmad. An AHP decision-making model for optimal allocation of energy subsidy among socio-economic subsectors in Iran. **Energy Policy**, v. 45, p. 24-32, 2012.

SHIMIZU, T. **Decisão nas Organizações**. 2a. edição. São Paulo: Editora Atlas SA, 2006.

SILVA Brian; FINARDI Cristiano; FORNECK Marcelo; SELLITTO Miguel Afonso. **Análise comparativa e avaliação de prioridades de competição em três cadeias de suprimentos do setor petroquímico**. Produção, São Paulo, [2008]. Em submissão, 2012.

TRIANTAPHYLLOU, Evangelos. **Multi-criteria decision making methods a comparative study**. Springer, 2000.

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

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 – North America Washington – DC – EUA – 2010. p. 1-22.

VERGARA, Sylvia Constant. Razão e intuição na tomada de decisão: uma abordagem exploratória. **Revista de Administração Pública**, v. 25, n. 3, p. 120 a 138, 2013.

WERNKE, Rodney; BORNIA, Antonio Cezar. **A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais**. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 12, n. 25, p. 60-71, 2001.

## GLOSSÁRIO

NAFTA - Derivado de petróleo utilizado principalmente como matéria-prima da indústria petroquímica.

TORRE DE FLARE – O *flare* é um dispositivo (maçarico) instalado no topo do equipamento de segurança de um sistema utilizado em indústrias petroquímicas, refinarias e plataformas de produção de petróleo.

## ANEXO – AVALIAÇÕES INDIVIDUAIS

- LUIS ROBERTO PALHARES ANDRE

Tabela 12 – Matriz Critério X Critério

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/3	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5
C <sub>2</sub>	3	<b>1</b>	1/5	1/7	1/3	1/3	1/5
C <sub>3</sub>	5	5	<b>1</b>	1	3	5	3
C <sub>4</sub>	7	7	1	<b>1</b>	3	5	3
C <sub>5</sub>	5	3	1/3	1/3	<b>1</b>	1	1/5
C <sub>6</sub>	5	3	1/5	1/5	1	<b>1</b>	1/3
C <sub>7</sub>	5	5	1	1/3	5	3	<b>1</b>

$$CR = 0,126$$

$$RC = 9,53\%$$

Tabela 13 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1.

C1	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/7	5	5
A2	7	<b>1</b>	9	9
A3	1/5	1/9	<b>1</b>	1/2
A4	1/5	1/9	2	<b>1</b>

Tabela 14 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2.

C2	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	3	1/3	1/7
A2	1/3	<b>1</b>	1/7	1/9
A3	3	7	<b>1</b>	1/3
A4	7	9	3	<b>1</b>

Tabela 15 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3.

C3	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	3	5	1/9
A2	1/3	<b>1</b>	3	1/9
A3	1/5	1/3	<b>1</b>	1/9
A4	9	9	9	<b>1</b>

Tabela 16 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4

C4	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	2	1/5	7
A2	1/2	<b>1</b>	1/6	7
A3	5	6	<b>1</b>	9
A4	1/7	1/7	1/9	<b>1</b>

Tabela 17 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5

C5	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/3	1/5	3
A2	3	<b>1</b>	1/5	4
A3	5	5	<b>1</b>	7
A4	1/3	1/4	1/7	<b>1</b>

Tabela 18 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6

C6	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/3	1/6	1/7
A2	3	<b>1</b>	1/5	1/7
A3	6	5	<b>1</b>	1/5
A4	7	7	5	<b>1</b>

Tabela 19 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7

C7	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	1/2	3
A2	1	<b>1</b>	1/2	3
A3	2	2	<b>1</b>	2
A4	1/3	1/3	1/2	<b>1</b>

- JAQUELIDE MARQUES COSTA DE SOUZA

Tabela 20 – Matriz Critério X Critério

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	<b>1</b>	5	7	7	1	8	8
C <sub>2</sub>	1/5	<b>1</b>	1/5	1	1/7	1	1/7
C <sub>3</sub>	1/7	5	<b>1</b>	8	1/6	5	1/4
C <sub>4</sub>	1/7	1	1/8	<b>1</b>	1/7	1	1/4
C <sub>5</sub>	1	7	6	7	<b>1</b>	4	1
C <sub>6</sub>	1/8	1	1/5	1	1/4	<b>1</b>	1
C <sub>7</sub>	1/8	7	5	4	1	1	<b>1</b>

$$CR = 0,247$$

$$RC = 18,78\%$$

Tabela 21 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1..

C1	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	3	7	9
A2	1/3	<b>1</b>	3	8
A3	1/7	1/3	<b>1</b>	7
A4	1/9	1/8	1/7	<b>1</b>

Tabela 22 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2..

C2	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	7	1/2
A2	1	<b>1</b>	7	1/2
A3	1/7	1/7	<b>1</b>	1/7
A4	2	2	7	<b>1</b>

Tabela 23 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3.

C3	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	6	1/7
A2	1	<b>1</b>	6	1/7
A3	1/6	1/6	<b>1</b>	1/9
A4	7	7	9	<b>1</b>

Tabela 24 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4.

C4	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/2	1/4	8
A2	2	<b>1</b>	1/4	7
A3	4	4	<b>1</b>	9
A4	1/8	1/7	1/9	<b>1</b>

Tabela 25 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5

C5	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	1/7	4
A2	1	<b>1</b>	1/7	4
A3	7	7	<b>1</b>	8
A4	1/4	1/4	1/8	<b>1</b>

Tabela 26 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6

C6	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/6	1/9	5
A2	6	<b>1</b>	1/7	3
A3	9	7	<b>1</b>	9
A4	1/5	1/3	1/9	<b>1</b>

Tabela 27 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7

C7	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	1/3	7
A2	1	<b>1</b>	1/3	7
A3	3	3	<b>1</b>	8
A4	1/7	1/7	1/8	<b>1</b>

- THIAGO MOLINA PARREIRA

Tabela 28 – Matriz Critério X Critério

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/7	1/7	1/7	1/6	1/6	1/9
C <sub>2</sub>	7	<b>1</b>	1/4	1/3	6	5	1/4
C <sub>3</sub>	7	4	<b>1</b>	¼	7	8	1/4
C <sub>4</sub>	7	3	4	<b>1</b>	7	8	1/4
C <sub>5</sub>	6	1/6	1/7	1/7	<b>1</b>	1/7	1/7
C <sub>6</sub>	6	1/5	1/8	1/8	7	<b>1</b>	1/5
C <sub>7</sub>	9	4	4	4	7	5	<b>1</b>

$$CR = 0,263$$

$$RC = 19,94\%$$

Tabela 29 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1..

C1	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	7	1/6	1/7
A <sub>2</sub>	1/7	<b>1</b>	1/5	1/6
A <sub>3</sub>	6	5	<b>1</b>	6
A <sub>4</sub>	7	6	1/6	<b>1</b>

Tabela 30 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2..

C2	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/8	7	8
A <sub>2</sub>	8	<b>1</b>	7	8
A <sub>3</sub>	1/7	1/7	<b>1</b>	6
A <sub>4</sub>	1/8	1/8	1/6	<b>1</b>

Tabela 31 -- Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3.

C3	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	9	9	1/7
A <sub>2</sub>	1/9	<b>1</b>	3	1/8
A <sub>3</sub>	1/9	1/3	<b>1</b>	1/9
A <sub>4</sub>	7	8	9	<b>1</b>

Tabela 32 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4.

C4	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/4	1/9	1/8
A <sub>2</sub>	4	<b>1</b>	1/8	1/7
A <sub>3</sub>	9	8	<b>1</b>	9
A <sub>4</sub>	8	7	1/9	<b>1</b>

Tabela 33 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5

C5	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/7	1/7	1/2
A <sub>2</sub>	7	<b>1</b>	1/3	6
A <sub>3</sub>	7	3	<b>1</b>	7
A <sub>4</sub>	2	1/6	1/7	<b>1</b>

Tabela 34 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6

C6	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	1/8	1/9	1/4
A <sub>2</sub>	8	<b>1</b>	1/8	1/3
A <sub>3</sub>	9	8	<b>1</b>	7
A <sub>4</sub>	4	3	1/7	<b>1</b>

Tabela 35 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7

C7	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	<b>1</b>	1	8	7
A <sub>2</sub>	1	<b>1</b>	8	7
A <sub>3</sub>	1/8	1/8	<b>1</b>	4
A <sub>4</sub>	1/7	1/7	1/4	<b>1</b>

- LUIZ GUSTAVO AMARAL FERREIRA

Tabela 36 – Matriz Critério X Critério

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	<b>1</b>	5	5	1/8	1/5	1/6	1/6
C <sub>2</sub>	1/5	<b>1</b>	1/5	1/7	1/5	1	1/4
C <sub>3</sub>	1/5	5	<b>1</b>	1/7	1/5	1	7
C <sub>4</sub>	8	7	7	<b>1</b>	1	7	7
C <sub>5</sub>	5	5	5	1	<b>1</b>	5	5
C <sub>6</sub>	6	1	1	1/7	1/5	<b>1</b>	1
C <sub>7</sub>	6	4	1/7	1/7	1/5	1	<b>1</b>

$$CR = 0,231$$

$$RC = 17,53\%$$

Tabela 37 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1..

C1	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/4	1/7	5
A2	4	<b>1</b>	1/6	4
A3	7	6	<b>1</b>	7
A4	1/5	1/4	1/7	<b>1</b>

Tabela 38 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2..

C2	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	7	1
A2	1	<b>1</b>	7	1
A3	1/7	1/7	<b>1</b>	7
A4	1	1	1/7	<b>1</b>

Tabela 39 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3.

C3	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	4	7	1/4
A2	1/4	<b>1</b>	7	1/4
A3	1/7	1/7	<b>1</b>	9



A4	4	4	1/9	<b>1</b>
----	---	---	-----	----------

Tabela 40 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4.

C4	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	4	3
A2	1	<b>1</b>	4	3
A3	1/4	1/4	<b>1</b>	2
A4	1/3	1/3	1/2	<b>1</b>

Tabela 41 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5

C5	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/4	1/2	1/5
A2	4	<b>1</b>	1/2	1/5
A3	2	2	<b>1</b>	1/2
A4	5	5	2	<b>1</b>

Tabela 42 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6

C6	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/7	1/9	1/5
A2	7	<b>1</b>	1/9	1/3
A3	9	9	<b>1</b>	1/9
A4	5	3	9	<b>1</b>

Tabela 43 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7

C7	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	4	5
A2	1	<b>1</b>	4	5
A3	1/4	1/4	<b>1</b>	1
A4	1/5	1/5	1	<b>1</b>

- ROBSON ZANIRATO MAIA

Tabela 44 – Matriz Critério X Critério

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>
C <sub>1</sub>	<b>1</b>	5	5	1/8	1/5	1/6	1/6
C <sub>2</sub>	1/4	<b>1</b>	1/5	1/7	1/5	1	1/4
C <sub>3</sub>	1/5	5	<b>1</b>	1/7	1/5	1	7
C <sub>4</sub>	7	7	7	<b>1</b>		7	7
C <sub>5</sub>	5	5	5	5	<b>1</b>	5	5
C <sub>6</sub>	3	1/5	1/5	1/7	1/5	<b>1</b>	1
C <sub>7</sub>	5	1/5	1/7	1/5	1/5	1	<b>1</b>

$$CR = 0,177$$

$$RC = 13,46\%$$

Tabela 45 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C1..

C1	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/4	1/7	5
A2	4	<b>1</b>	1/6	4
A3	7	6	<b>1</b>	7
A4	1/5	1/4	1/7	<b>1</b>

Tabela 46 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C2..

C2	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	7	1
A2	1	<b>1</b>	7	1
A3	1/7	1/7	<b>1</b>	7
A4	3	3	1/5	<b>1</b>

Tabela 47 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C3.

C3	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	4	7	¼
A2	1/4	<b>1</b>	7	¼
A3	1/7	1/7	<b>1</b>	9
A4	5	5	7	<b>1</b>

Tabela 48 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C4.

C4	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	4	3
A2	1	<b>1</b>	4	3
A3	1/4	1/4	<b>1</b>	2
A4	1/3	1/3	1/2	<b>1</b>

Tabela 49 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C5

C5	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/4	1/2	1/5
A2	4	<b>1</b>	1/2	1/5
A3	1/4	1/4	<b>1</b>	½
A4	5	5	1/2	<b>1</b>

Tabela 50 – Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C6

C6	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1/7	1/9	1/5
A2	5	<b>1</b>	1/9	1/3
A3	9	9	<b>1</b>	1/9

A4	6	3	1/9	<b>1</b>
----	---	---	-----	----------

Tabela 51 - Matriz Alternativa X Alternativa em relação à C7

C7	A1	A2	A3	A4
A1	<b>1</b>	1	4	5
A2	1	<b>1</b>	4	5
A3	1/4	1/4	<b>1</b>	1
A4	1/5	1/5	1/3	<b>1</b>