

DANIELE MIZUNO

Aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* para seleção de uma ferramenta de gestão de projetos

Guaratinguetá - SP
2017

Daniele Mizuno

Aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* para seleção de uma ferramenta de gestão de projetos

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: Valério Antonio Pamplona Salomon

Guaratinguetá - SP
2017

Mizuno, Daniele
M684a Aplicação do método Analytic Hierarchy Process para seleção de uma
ferramenta de gestão de projetos / Daniele Mizuno – Guaratinguetá, 2017.
30 f : il.
Bibliografia: f. 29

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica –
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de
Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

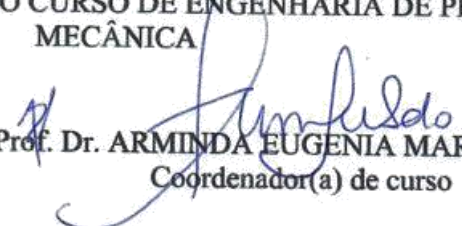
1. Processo decisório por critério múltiplo. 2. Gestão da qualidade
total. 3. Planejamento estratégico. I. Título

CDU 658.56

DANIELE MIZUNO

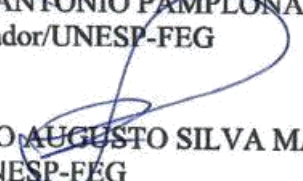
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"

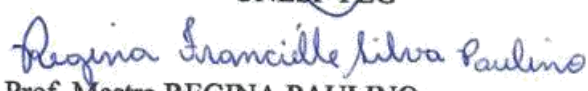
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MECÂNICA


Prof. Dr. ARMINDA EUGENIA MARQUES CAMPOS
Coordenador(a) de curso

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
UNESP-FEG


Prof. Mestra REGINA PAULINO
UNESP-FEG

Novembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais *Aldo Teruo Mizuno e Fátima Yuriko Tanaka Mizuno*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos e me apoiaram em todas as minhas decisões e desafios. Também agradeço a minha irmã *Denise Mizuno* que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Todas as minhas conquistas são dedicadas à minha família e devo tudo a eles.

ao meu namorado *Fernando Henrique Correa Leite*, que esteve sempre me apoiando e me ajudando nas horas difíceis.

as meninas da *República Tá-mar* que são minha segunda família, fizeram parte de toda a minha graduação e que sem elas eu não estaria aqui hoje.

aos meus amigos que sempre me apoiaram e que foram essenciais na minha trajetória.

ao meu orientador, *Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon* que me proporcionou um projeto de iniciação científica muito importante para a minha formação e resultou no tema do meu trabalho de graduação.

aos professores da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá, responsáveis pelo nosso aprendizado e nossa formação como engenheiros(as).

RESUMO

Problemas envolvendo tomadas de decisão são constantes em qualquer contexto e dificilmente envolvem apenas um critério relevante na escolha. Assim, esse processo se torna mais complexo e o tomador de decisão muitas vezes deseja incluir na decisão, critérios qualitativos como a opinião de um especialista além dos critérios quantitativos, como o preço. Essa pesquisa utilizou como base, um caso de uma empresa multinegócios, que tinha como objetivo selecionar uma ferramenta para gestão de projetos. Foram mantidas as mesmas alternativas analisadas, mas com a aplicação de um outro método, resultando em avaliações diferentes. Foi aplicado um dos métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM, de *Multiple Criteria Decision Making* ou MCDA, de *Multiple Criteria Decision Analysis*) mais utilizados, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Esta pesquisa é de natureza aplicada, abordagem qualitativa e descritiva, objetivo exploratório e o método de pesquisa é o Estudo de Caso. Após a aplicação do método, foi selecionada a melhor ferramenta de gestão de projetos de acordo com critérios considerados relevantes e comparou-se com os resultados obtidos pela empresa.

PALAVRAS-CHAVE: AHP. Gestão de projetos. Decisão multicritério.

ABSTRACT

Problems involving decision-making are constant in any context and hardly involve only one relevant criterion in the choice. Thus, this process becomes more complex and the decision maker often wishes to include in the decision qualitative criteria such as expert opinion beyond quantitative criteria such as price. This research was based on a case of a multinational company, which had as objective to select a project management tool. Thus, the same alternatives were maintained, but with the application of another method, resulting in different evaluations. One of the most widely used multi-criteria decision-making (MCDM) methods was applied, the Analytic Hierarchy Process (AHP). This research is applied nature, qualitative and descriptive approach, exploratory objective and the research method is the Case Study. The study selected the best project management tool according to relevant criteria, discussed and compared the results of the method to the results of the company.

KEYWORDS: AHP. Project Management. Multicriteria Decision.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
1.2	DELIMITAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA	7
1.3	OBJETIVOS	8
1.4	MÉTODOS E MATERIAIS	8
1.5	JUSTIFICATIVA	9
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	11
2.2	MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)	11
3	DESENVOLVIMENTO	15
3.1	HISTÓRICO E ANÁLISE DOS DOCUMENTOS	15
3.2	MODELAGEM DO MÉTODO AHP	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1	RESULTADOS	19
4.2.	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	22
5	CONCLUSÃO	25
5.1	VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA	25
5.2.	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	26
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta as considerações iniciais, a delimitação e questão da pesquisa, os objetivos, os métodos e materiais, a justificativa e a estrutura do trabalho.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As pessoas enfrentam o processo de tomada de decisão constantemente, seja na vida pessoal ou profissional. Um gerente de uma companhia escolhe quais os melhores fornecedores, os consumidores escolhem diariamente produtos dentre várias opções no mercado.

Ou seja, o desafio de analisar os critérios mais relevantes e escolher dentre diferentes alternativas faz parte da nossa rotina. Com a globalização e alta competitividade de empresas, tem-se uma grande quantidade de produtos/serviços disponíveis, dificultando cada vez mais a decisão.

A alta relevância da decisão causa o aumento da exigência e da complexidade do processo, em virtude da natureza e quantidade dos critérios incorporados na análise. Além disso, os critérios qualitativos e quantitativos muitas vezes são conflitantes. Daí a importância de existir métodos que combinem os diferentes aspectos na avaliação das alternativas. (VIANA et al., 2012)

O caso analisado é de uma seleção de ferramenta para gestão de projetos. As áreas da gerência de Tecnologia da Informação da empresa estudada identificaram essa necessidade, pois recebem muitas demandas e realizam muitos projetos. Para um maior controle e uma melhor gestão, optou-se por escolher uma ferramenta que auxiliasse esse processo.

A fim de comparar os resultados e mostrar os benefícios de se usar um método estruturado de tomada de decisão multicritério, esta pesquisa irá utilizar o método *Analytic Hierarchy Process* para selecionar a melhor alternativa.

1.2 DELIMITAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA

Este trabalho se baseou em um projeto realizado em uma empresa multinegócios de grande porte, localizada em São Paulo, SP. O projeto estudado tinha como objetivo selecionar uma ferramenta de gestão de projetos dentre várias disponíveis no mercado.

Utilizando como referência esse caso, foi realizado um estudo mantendo as mesmas ferramentas analisadas, mas com a aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), resultando em avaliações diferentes. A escolha da empresa foi baseada em alguns motivos, como localidade, exequibilidade e facilidade de acesso aos dados, o que tornou possível comparar e discutir criticamente os resultados desta pesquisa com o caso real da empresa.

O trabalho visou responder duas principais questões: Como modelar e aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* na tomada de decisão de uma ferramenta de gestão de projetos? Quais os benefícios que a aplicação desse método pode trazer?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* para seleção de uma ferramenta de gestão de projetos.

O objetivo específico foi comparar os resultados obtidos com o AHP e os resultados reais de uma empresa multinegócios.

1.4 MÉTODOS E MATERIAIS

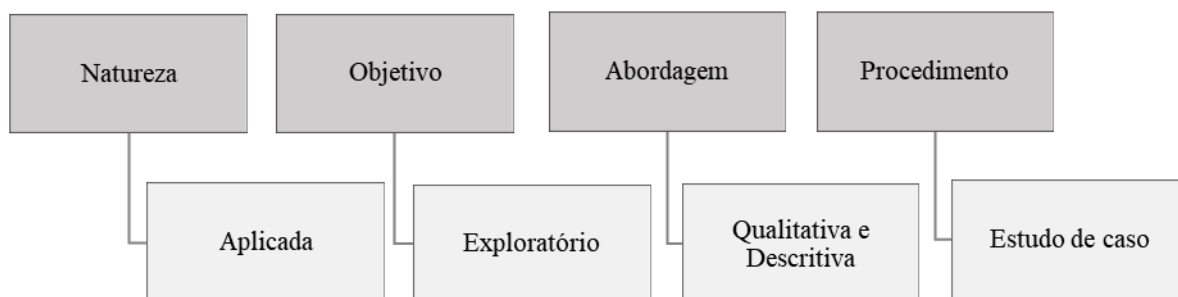
Esta pesquisa apresenta natureza aplicada, pois é voltada para explorar conhecimentos e aplicar em uma situação específica. Colaborando para fins práticos, buscando a solução quase imediata do problema proposto (GIL, 2010).

Em termos de abordagem, este trabalho se classifica como qualitativa e descritiva, uma vez que busca por meio de números, traduzir e descrever conhecimentos obtidos pela coleta de diversas fontes de dados (YIN, 2015).

A classificação é exploratória no que diz respeito aos objetivos, pois esse tipo de pesquisa proporciona maior familiaridade com o problema, procurando tornar mais compreensível ou construir hipóteses (GIL, 2010).

Foi escolhido o estudo de caso como método de pesquisa, pois segundo Gil (2010), consiste no estudo intenso de um ou alguns objetos, de modo que permita seu detalhado conhecimento.

Figura 1 – Visão geral da classificação



Fonte: Própria autora

O trabalho se iniciou com uma pesquisa bibliográfica sobre os temas: tomada de decisão multicritério e o método AHP. Depois, foi analisada toda a documentação e histórico referente ao projeto de seleção de ferramenta da empresa estudada e foram levantados os

critérios mais relevantes. Com o auxílio de um Analista da área de projetos da empresa estudada, que conduziu o projeto em questão, foram definidos os critérios e foi aplicado o método AHP, sendo que o mesmo Analista fez o julgamento das prioridades. O fluxo de atividades está resumido na Figura 2.

Para fazer as matrizes de comparações e compilar os resultados, foi utilizado o *software Microsoft Office Excel®*. Depois foram discutidos e comparados os resultados.

Figura 2 – Etapas do Trabalho



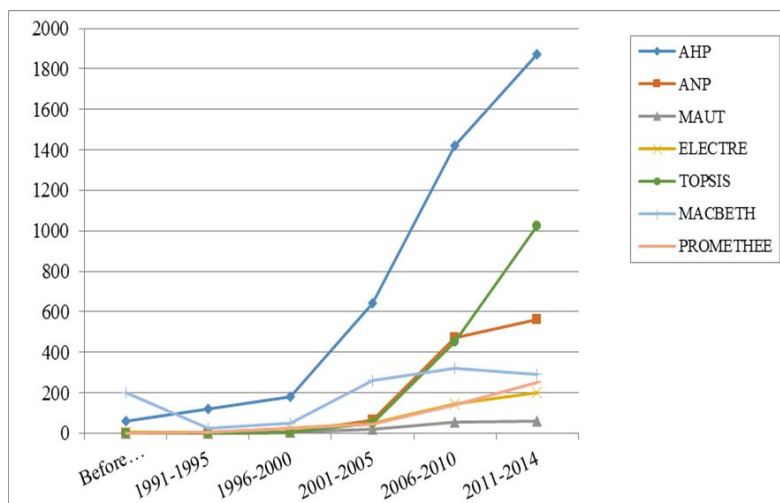
Fonte: Própria autora

1.5 JUSTIFICATIVA

Problemas envolvendo tomadas de decisão são constantes em qualquer contexto. Diante desse fato, a aplicação de um dos métodos de tomada de decisão multicritério mais conhecidos, o *Analytic Hierarchy Process*, irá mostrar de que forma pode auxiliar na escolha de uma ferramenta para gerenciar projetos, incorporando na decisão, critérios quantitativos e qualitativos como por exemplo, preço e opinião do especialista.

O método AHP foi escolhido por ser um dos métodos mais utilizados para tomada de decisão multicritério. Em Tramarico et al. (2015) foi realizado um estudo bibliométrico dos anos 1991 a 2014 para identificar quais métodos discretos de tomada de decisão multicritério foram mais utilizados no período. Na Figura 3 pode-se observar que a partir de meados de 1993, o método *Analytic Hierarchy Process* foi o mais utilizado em publicações na *Web of Science*.

Figura 3 – Métodos de tomada de decisão multicritério



Fonte: Tramarico et al. (2015)

O caso utilizado como base, para essa pesquisa, foi realizado em uma empresa multinegócios e a escolha da ferramenta de gestão de projetos não foi feita por um dos métodos estruturados de tomada de decisão multicritério, explicando assim, a utilização do AHP para comparar os resultados de duas avaliações diferentes.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O próximo capítulo possui o referencial teórico envolvendo conceitos de tomada de decisão multicritério (MCDM) e do método AHP. O terceiro capítulo apresenta o histórico e análise de documentos, como foi feita a seleção das alternativas, dos critérios e da ferramenta e a modelagem do método AHP. No Capítulo 4 encontram-se os resultados e discussões e por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

O desafio de tomar decisões e analisar os critérios mais relevantes, escolhendo dentre diferentes alternativas faz parte da rotina de trabalho dos gestores. Segundo Thomas L. Saaty (1994), a falta de um procedimento para tomar decisões é principalmente problemática quando a intuição e a lógica não podem ajudar o gestor a determinar qual é a melhor opção. Portanto, precisa-se de uma maneira de determinar qual objetivo supera o outro.

A tomada de decisão na Engenharia de Produção, inicialmente, foi orientada por um critério único, como minimização de custos. Posteriormente, as decisões passaram a exigir múltiplos critérios como “qualidade”, “flexibilidade” e “inovação” (RADNOR; BARNES, 2007). Um grande número de métodos tem sido desenvolvido para resolver problemas de tomada de decisão multicritério, esse desenvolvimento continua e o número de publicações relacionadas com este assunto está crescendo (WALLENIOUS et al., 2008).

Mais e mais pessoas têm dificuldade em colocar toda a sua confiança no pensamento intuitivo das tomadas de decisões de seus líderes sobre assuntos complexos. Da mesma forma em que a própria linguagem e as regras do pensamento devem ser organizadas de maneira formal, então deve-se organizar os processos de pensamento para que conduzam a boas decisões.

Muitos métodos têm sido desenvolvidos para a elaboração de *rankings* com base em avaliações subjetivas (KRUSKAL; WISH, 1978). Os métodos de tomada de decisão refletem a força dos sentimentos e da lógica sobre os problemas e sintetizam esses diversos julgamentos em um resultado que esteja de acordo com as expectativas intuitivas do julgador, assim como em todos os julgamentos que forem feitos (SAATY, 2012).

O processo de tomada de decisão é geralmente considerado complexo para as empresas. Os métodos são aplicados para auxiliar o decisor a resolver problemas nos quais existem vários objetivos a serem alcançados simultaneamente (COSTA et al., 2008).

2.2 MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

O método *Analytic Hierarchy Process* foi desenvolvido a partir da Década de 1970 por Thomas L. Saaty, para resolver problemas complexos de decisão multicritério (SAATY, 1977).

O método AHP consiste em quebrar um problema e agregar as soluções de todos os subproblemas em uma conclusão. Isso facilita a tomada de decisão, organizando percepções e julgamentos em um quadro que exiba os fatores que influenciam uma decisão. Eles são organizados a partir do mais geral e menos controlável para o mais específico e controlável.

O AHP baseia-se na capacidade humana de fazer julgamentos sólidos sobre pequenos problemas. Foi aplicado em uma variedade de decisões e projetos de planejamento em quase 20 países (SAATY, 1994). Resumidamente, o processo de tomada de decisão envolve as seguintes etapas:

(1) definir um problema e determinar o tipo de conhecimento procurado.

(2) estruturar a hierarquia da decisão com o objetivo da decisão no topo, colocar nos níveis intermediários os critérios e subcritérios nos quais os elementos subsequentes dependem e para o nível mais baixo, colocar um conjunto de alternativas. Conforme ilustrado na Figura 4.

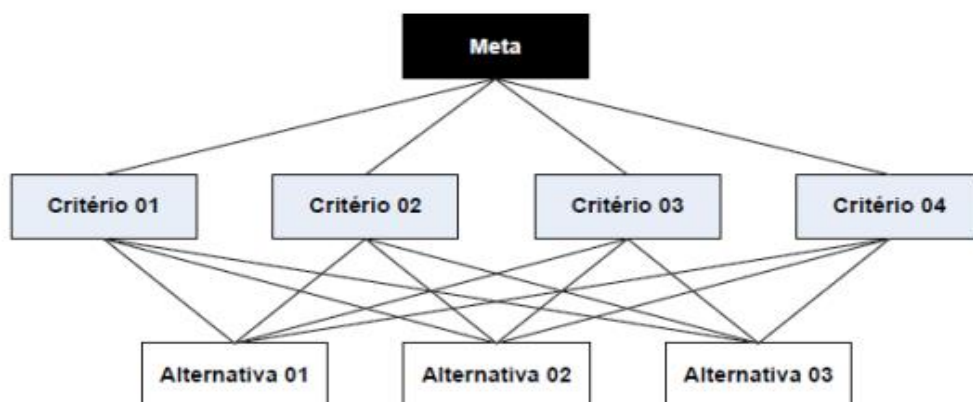
(3) construir matrizes de comparações par a par, comparando os critérios e depois, cada elemento do nível superior com o do nível inferior.

(4) use as prioridades obtidas nas comparações para determinar as prioridades do nível imediatamente abaixo.

(5) sintetizar esses resultados para determinar um resultado geral.

(6) verificar a consistência e analisar a sensibilidade às mudanças no julgamento. (SAATY, 1994; SAATY, 2008).

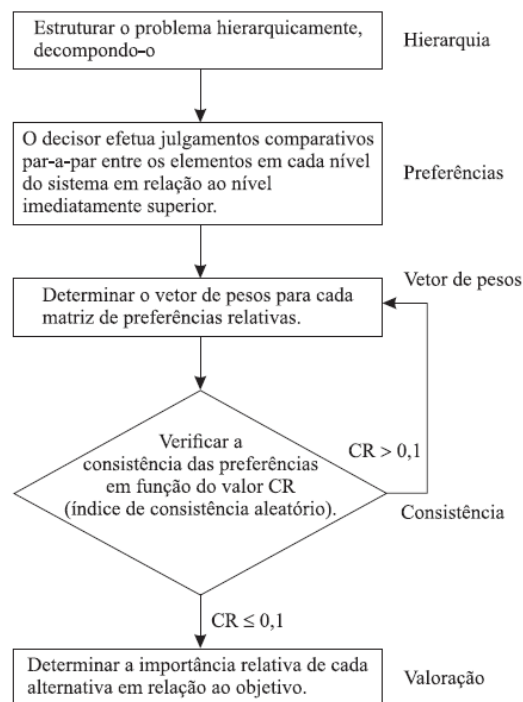
Figura 4 – Estrutura Hierárquica do método AHP



Fonte: Vargas (2010)

A Figura 5 mostra o fluxograma a ser seguido para aplicar o método AHP. Para fazer as comparações, precisa-se de uma escala de números que indique quantas vezes um elemento é mais importante ou dominante sobre outro elemento, em relação ao critério ou propriedade ao qual eles estão sendo comparados. A Tabela 1 exibe essa escala de valores. (SAATY, 2008).

Figura 5 – Fluxograma de aplicação do AHP



Fonte: Santos; Cruz (2013)

Normalmente, procura-se utilizar os números ímpares na avaliação para assegurar razoável distinção entre os pontos da medição. O uso dos números pares só deve ser adotado quando existir a necessidade de negociação entre os avaliadores e quando o consenso natural não for obtido (SANTOS; CRUZ, 2013).

Tabela 1 – Escala Saaty

Escala	Avaliação	Recíproco	Comentário
Igualmente preferido	1	1	Os dois critérios contribuem igualmente para os objetivos
Moderadamente preferido	3	1/3	A experiência e o julgamento favorecem um critério levemente sobre o outro,
Fortemente preferido	5	1/5	A experiência e o julgamento favorecem um critério fortemente sobre o outro
Muito fortemente preferido	7	1/7	Um critério é fortemente favorecido em relação a outro e pode ser demonstrado
Extremamente preferido	9	1/9	Um critério é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza
Valores intermediários	2, 4, 6 e 8	1/2; 1/4; 1/6 e 1/8	Quando o consenso não for obtido e houver necessidade de uma negociação

Fonte: Adaptado de Saaty (2005)

Qualquer que seja o nível e a importância das decisões dentro do sistema, essas devem estar suportadas por medidas confiáveis, ou seja, precisas (grau de concordância entre os valores individuais das medições), exatas (grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor tido com verdadeiro) e rastreáveis (propriedade da medição estar relacionada a referenciais estabelecidos através de uma cadeia contínua de comparações).

A não existência de uma estrutura que identifique e gerencie o conjunto de medições do sistema coloca em risco a qualidade das ações (decisões) a serem tomadas a partir delas (COSTA et al., 2008). Para verificar a consistência dos julgamentos é utilizado o Índice de Consistência (IC), que é obtido pela equação (1):

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

sendo $\lambda_{\text{máx}}$ o maior autovalor da matriz de comparações e n é a ordem.

Para valores de IC próximos ou menores que $IC \leq 0,10$, as comparações podem ser aceitas, caso contrário, as comparações devem ser revisadas para melhorar a consistência (SAATY, 1990).

Saaty (1991) propôs o uso da Razão de Consistência (RC), que permite avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos. Caso este valor seja maior do que 0,1, recomenda-se a revisão do modelo e/ou dos julgamentos.

A razão de consistência é calculada por:

$$RC = IC / IR \quad (2)$$

sendo IR o Índice de Consistência de uma matriz recíproca gerada randomicamente que varia com a ordem de matriz, de acordo com a Tabela 2. Dessa forma, quanto mais próximo de zero for esta razão, mais consistente será a matriz.

Tabela 2 – Ordem da Matriz e Índice de consistência

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

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 HISTÓRIO E ANÁLISE DOS DOCUMENTOS

O portfólio é um conjunto de projetos e demandas (potenciais projetos). O portfólio deve possibilitar o acesso a uma variedade de informações relacionadas a cada um dos itens, como, por exemplo, custos, benefícios, utilização de *capacity*, progresso do projeto (quando já em execução).

As áreas da gerência de Tecnologia da Informação (TI) recebem muitas demandas de projetos e não é possível atender a todos os projetos ao mesmo tempo. Por isso, deve ser feita uma análise das demandas e uma priorização de projetos, baseada na relevância, tempo, custo e esforço. Visando facilitar a gestão de portfólio, as áreas de TI de todas as empresas pertencentes ao Grupo multinegócios estudado se uniram para buscar a melhor ferramenta de mercado que atendesse aos requisitos de todos os negócios.

O processo de seleção de uma ferramenta de gestão de projetos foi dividido em 5 fases: Prospeccção, Preparação, Auto-Avaliação, Provas e Fechamento/Decisão.

Na fase de Prospeccção, foi feita uma análise de mercado para identificar as melhores ferramentas e seus fornecedores. Foi utilizado o Quadrante Mágico de Gartner como recurso da análise e as três melhores alternativas foram selecionadas para o estudo (Empresa A, B e C).

Na etapa de Preparação, foi feita a definição e documentação dos processos que a ferramenta deve seguir e dos critérios/requisitos de avaliação. Foi realizada uma lista com todos os requisitos e suas definições e a partir dessa lista, foi feito um questionário aberto e uma planilha de aderência aos requisitos a serem respondidos pelo fornecedor.

Na etapa de Auto-avaliação, foram fornecidos a planilha (Figura 7) com todos requisitos contendo uma coluna para a empresa participante indicar a aderência ao requisito (de 0 a 4, sendo 0 - não atende e 4 - atende completamente), uma coluna para indicar, se necessário, o esforço de customização (horas de desenvolvimento) e uma última coluna para observações.

Além disso, foi enviado um questionário de avaliação, contendo perguntas sobre a ferramenta e sobre a empresa. Foi informado aos participantes a forma correta de preenchimento destes documentos. Nesta etapa foram solicitados uma estimativa de custos de licenciamentos, custos e cronograma de projeto. Não era objetivo desta etapa obter uma proposta comercial definitiva.

O prazo para preenchimento foi de duas semanas (14 dias corridos), sendo que o não cumprimento do prazo acarretaria na eliminação do participante.

Figura 7 – Planilha de aderência aos requisitos

6.5. Gestão de Projetos				
Planejamento de Projetos				
ID	Requisitos	Aderência	Esforço de Customização	Observação
6.5.1.	Criação de projetos- Demanda Aprovada A solução deve possibilitar a abertura de projetos a partir de demandas aprovadas. Esta funcionalidade deve ser nativa da ferramenta e deve ser possível criar mais de um projeto a partir da mesma demanda.	4	N/A	
6.5.2.	Criação de programas – Demanda Aprovada A solução deve possibilitar a abertura de programas (conjunto de Projetos) a partir de demandas aprovadas. Esta funcionalidade deve ser nativa da ferramenta e deve ser possível criar mais de um projeto a partir da mesma demanda.	4	N/A	
6.5.3.	Comparação de cenários para projetos e programas Permitir a criação de simulações em relação a cenários físico (tarefas e recursos) e financeiro dos programas, projetos e atividades, com arquivamento de cada simulação gerada, para avaliação comparativa.	4	A	Possível para linha base e planos de investimento/benefício (análise por curva S)
6.5.4.	Integração portfólio-projeto Trabalhar de forma integrada à Gestão de Portfólio de demandas/projetos, permitindo que um cenário criado para um portfólio possa ser explorado sob a ótica da Gestão de Projetos e que as informações sobre a execução de projetos possam ser utilizadas para a criação de dashboards de portfólio.	4	N/A	

Fonte: Projeto da empresa estudada

Depois de recebidas as planilhas e questionários, foi feita uma avaliação das respostas para verificar a aderência aos requisitos. Os requisitos receberam pesos julgados pelo analista responsável pelo projeto e esses pesos foram multiplicados pelos valores de aderência, obtendo a consolidação dos dados.

Na fase de Provas, foi elaborada uma prova de conceito com um conjunto de cenários, com o objetivo de validar presencialmente os principais requisitos considerados no processo. Os cenários foram enviados 14 dias corridos antes da demonstração presencial, para as empresas participantes terem tempo de se preparar. Foi informado também, o tempo e as condições que os participantes deveriam seguir durante a apresentação.

Finalizadas as provas, foi possível comparar com as respostas da auto avaliação feita pelos participantes com as respostas das provas e assim, verificar se os dados estavam consistentes e qual empresa atendia melhor aos requisitos.

Na etapa de Fechamento, foi feito um levantamento de licenças e valores, consolidação dos resultados e apresentação da empresa escolhida. Considerando o custo total (custo da licença mais o custo do projeto), dentre as três empresas, a ferramenta da empresa C era a mais barata, seguida da empresa A e a empresa B era bem mais cara que as outras duas opções.

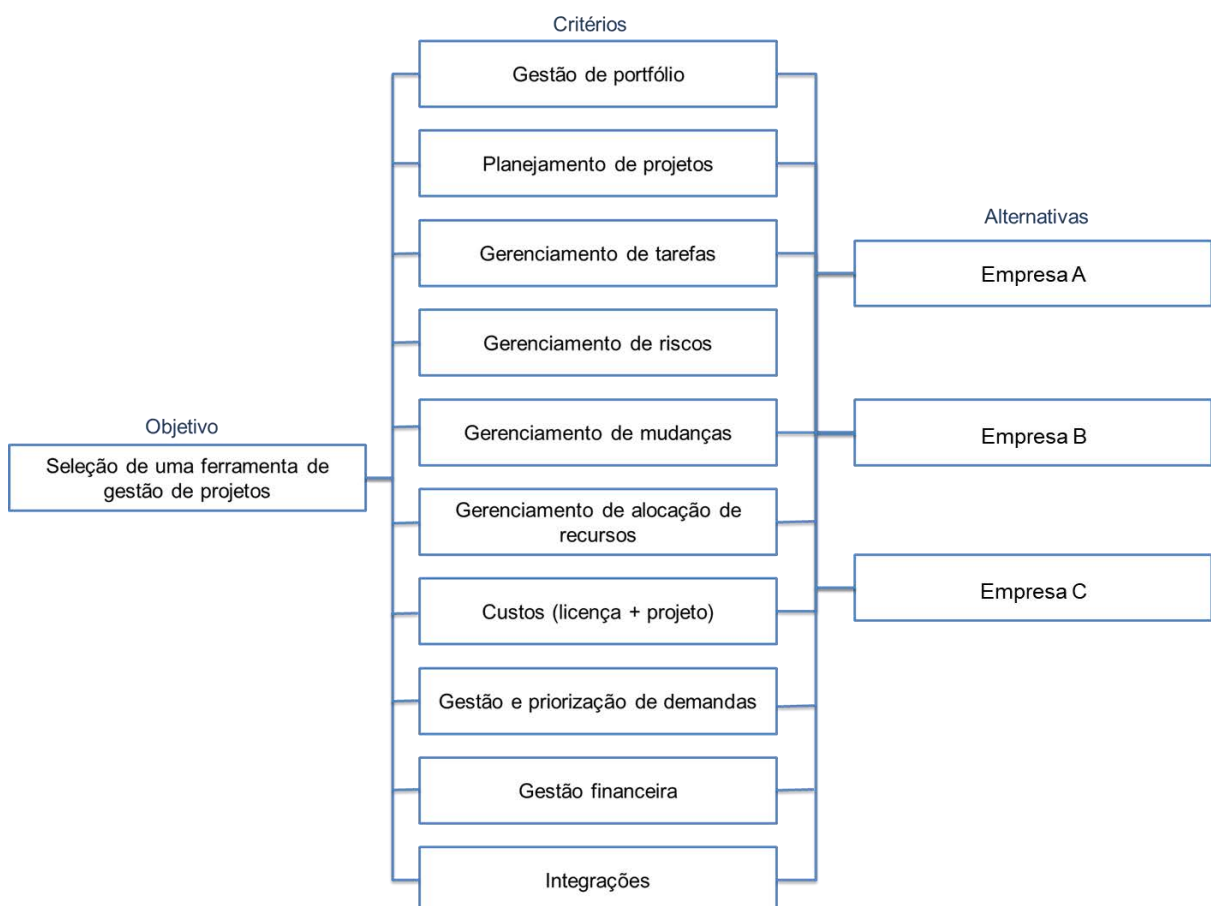
Em relação a aderência de requisitos, a empresa A teve um alto desempenho e muito próxima dela ficou a empresa B. A empresa C apresentou para muitos requisitos uma baixa aderência, sendo necessário muitas horas de desenvolvimento para customização.

Sendo assim, após a consolidação dos dados, foi obtida como melhor alternativa a empresa A.

3.2 MODELAGEM DO MÉTODO AHP

A partir da revisão dos documentos no caso estudado, foram selecionados os mesmos critérios/requisitos e alternativas para serem incorporados na aplicação do método e tomada de decisão. A hierarquia foi estruturada e está representada na Figura 8.

Figura 8 – Estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Própria autora

A seguir estão detalhados os critérios e o conteúdo que cada um engloba:

- **Gestão de portfólio:** Possibilidade de criar portfólios, flexibilidade na criação (diferentes formatos), planejamento do portfólio (permitir análise com base em custos

operacionais e de capital, retorno financeiro esperado e disponibilidade de recursos), análise de benefícios, comparação de diferentes cenários de portfólio e salvamento (para permitir análise em momento posterior).

- **Planejamento de projetos:** criação de projetos, comparação de cenários, integração portfólio-projeto, templates de projetos, acompanhamento pós-implantação, *dashboards* de projeto (acompanhamento de status).
- **Gerenciamento de tarefas:** criação de tarefas, cálculo de caminho crítico, alocação de recursos, controle de duração de tarefa, dependência de tarefas, gráfico de *gantt* e controle de *milestones* (marcos).
- **Gerenciamento de riscos:** gestão de riscos integrada à gestão do projeto ou da atividade, mensuração de riscos, registro e acompanhamento de plano de ação.
- **Gerenciamento de mudanças:** registro de solicitações de mudanças, gestão da solicitação de mudança através de um *workflow* previamente mapeado e gestão de *baseline*.
- **Gerenciamento de alocação de recursos:** gestão da alocação, visualização de disponibilidade de recursos, permitir a organização em grupos (*pools*) de recursos, visão estatística do recurso, controle de apontamento de horas, controlar alocação planejada x real.
- **Custos:** custo da licença do *software* e custo do projeto de aquisição e implantação da ferramenta.
- **Gestão e priorização de demandas:** captação de demandas, fluxos e regras de aprovação, categorização das demandas, dimensionamento de recursos, criação de projetos a partir da demanda, criação de critérios de priorização, priorização manual.
- **Gestão financeira:** registro de transações e de custos associados a projetos, cálculo de custo de recursos, simulação de custos e recurso multi-moeda.
- **Integrações:** Integração com outras ferramentas já utilizadas pelo Grupo, como o *MS-Project*.

Pela maior familiaridade com o assunto, o Analista que foi responsável por conduzir esse projeto na empresa estudada foi o mesmo que realizou os julgamentos das matrizes de comparação dos critérios e alternativas. O *software* utilizado para análise e consolidação dos dados foi o *Microsoft Office Excel*[®].

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. RESULTADOS

Os julgamentos foram feitos par a par, considerando a linha como prioridade, por exemplo: na linha B - planejamento de projetos, na primeira célula tem-se a comparação com A- gestão de portfólio que apresentou valor 5, o que significa que planejamento de projetos é fortemente preferido em relação a gestão de portfólio. Na Tabela 3 pode-se consultar os resultados.

A coluna “Auto vetor” foi calculada pela média aritmética de cada linha. Por exemplo: para A-gestão de portfólio, a média aritmética é:

$$(1 + 1/7 + 1/5 + 1/3 + 1/3 + 1/7 + 1/7 + 1/9 + 5 + 1/3) / 10 = 0,3220$$

Na coluna do Auto vetor Normalizado, foi feita a divisão do Auto vetor pela soma total dos auto vetores, como, por exemplo, para A- gestão de portfólio, o V-normalizado é: $0,3220 / 15,1697 = 0,021$ ou 2%

Tabela 3 – Matriz de comparação de critérios

MATRIZ DE CRITÉRIOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Auto vetor(V)	Normalizado
A - gestão de portfólio	1	1/7	1/5	1/3	1/3	1/7	1/7	1/9	5	1/3	0,3220	2%
B - planejamento de projetos	7	1	3	5	5	1	1	1/3	9	5	2,4526	16%
C - gerenciamento de tarefas	5	1/3	1	3	3	1/3	1/3	1/5	7	3	1,2148	8%
D - gerenciamento de riscos	3	1/5	1/3	1	1	1/5	1/5	1/7	5	1	0,5966	4%
E - gerenciamento de mudanças	3	1/5	1/3	1	1	1/5	1/5	1/7	5	1	0,5966	4%
F - gerenciamento de alocação de recursos	7	1	3	5	5	1	1/3	1/3	9	5	2,0720	14%
G - custos	7	1	3	5	5	3	1	1/3	7	5	2,6695	18%
H - gestão e priorização de demandas	9	3	5	7	7	3	3	1	9	7	4,5437	30%
I - gestão financeira	1/5	1/9	1/7	1/5	1/5	1/5	1/7	1/9	1	5	0,2694	2%
J - integrações	3	1/5	1/3	1	1	1/5	1/5	1/7	1/5	1	0,4324	3%
total soma	45,20	7,19	16,34	28,53	28,53	9,28	6,55	2,85	53,20	33,33	15,1697	100%

Fonte: Própria autora

Como mostra a Tabela 4, foi calculado o autovalor ($\lambda_{\text{máx.}}$), fazendo-se o somatório das multiplicações da linha “total soma” que é a soma das colunas, pelo seu valor correspondente na coluna do auto vetor normalizado “Normalizado”, por exemplo: $(45,20 \times 0,02) + (7,19 \times 0,16) + (16,34 \times 0,08) \dots = 10,8438$.

A seguir, foi feito o cálculo do Índice de consistência e da Razão de Consistência para N (10 critérios).

Tabela 4 – Cálculo de consistência

$\lambda_{máx} = \text{auto valor}$	10,8438
$IC = (\lambda_{máx} - N)/(N-1)$	0,09375
N	10
$IR \text{ correspondente ao } N$	1,49
$RC = IC/IR$	0,06292

Fonte: Própria autora

Como o valor da razão de consistência foi 0,06292 ou 6%, que é menor que 10%, pode-se considerar as comparações e a matriz dos critérios consistentes.

Para cada critério, foi realizado o julgamento da matriz das alternativas, depois foi calculado o auto vetor (V), V-normalizado, autovalor ($\lambda_{máx.}$) e o RC (razão de consistência). Todas as matrizes (Tabelas 5-14) obtiveram $RC < 10\%$ e, portanto, foram consideradas consistentes.

Tabela 5 – Matriz de gestão de portfólio

gestão de portfólio	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{máx} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	7	1,913	47%	$IC = (\lambda_{máx} - N)/(N-1)$	0
Empresa B	1	1	7	1,913	47%	N	3
Empresa C	1/7	1/7	1	0,273	7%	IR	0,58
total	2,14	2,14	15	4,099	100%	$RC = IC/IR$	0

Fonte: Própria autora

Tabela 6 – Matriz de planejamento de projetos

planejamento de projetos	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{máx} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	3	1,442	43%	$IC = (\lambda_{máx} - N)/(N-1)$	0,0
Empresa B	1	1	3	1,442	43%	N	3
Empresa C	1/3	1/3	1	0,481	14%	IR	0,58
total	2,33	2,33	7,00	3,365	100%	$RC = IC/IR$	0

Fonte: Própria autora

Tabela 7 – Matriz de gerenciamento de tarefas

gerenc. Tarefas	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{máx} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	3	3	2,080	60%	$IC = (\lambda_{máx} - N)/(N-1)$	0
Empresa B	1/3	1	1	0,693	20%	N	3
Empresa C	1/3	1	1	0,693	20%	IR	0,58
total	1,67	5,00	5,00	3,467	100%	$RC = IC/IR$	0

Fonte: Própria autora

Tabela 8 – Matriz de gerenciamento de riscos

gerenc. Riscos	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	3	1,442	43%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0,00
Empresa B	1	1	3	1,442	43%	N	3
Empresa C	1/3	1/3	1	0,481	14%	IR	0,58
total	2,33	2,33	7,00	3,365	100%	$RC = IC/IR$	0,00

Fonte: Própria autora

Tabela 9 – Matriz de gerenciamento de mudanças

gerenc. Mudanças	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	3	1,442	43%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0,00
Empresa B	1	1	3	1,442	43%	N	3
Empresa C	1/3	1/3	1	0,481	14%	IR	0,58
total	2,33	2,33	7,00	3,365	100%	$RC = IC/IR$	0,00

Fonte: Própria autora

Tabela 10 – Matriz de gerenciamento de alocação de recursos

gerenc. Alocação de recursos	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	5	1,710	45%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0,00
Empresa B	1	1	5	1,710	45%	N	3
Empresa C	1/5	1/5	1	0,342	9%	IR	0,58
total	2,20	2,20	11,00	3,762	100%	$RC = IC/IR$	0,00

Fonte: Própria autora

Tabela 11 – Matriz de Custos

Custos	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3,117
Empresa A	1	5	1/5	1,000	0,21	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0,059
Empresa B	1/5	1	1/9	0,281	0,06	N	3
Empresa C	5	9	1	3,557	0,74	IR	0,58
total	6,20	15,00	1,31	4,838	100%	$RC = IC/IR$	0,10

Fonte: Própria autora

Tabela 12 – Matriz de gestão e priorização de demandas

gestão e priorização de demandas	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	9	2,080	47%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0
Empresa B	1	1	9	2,080	47%	N	3
Empresa C	1/9	1/9	1	0,231	5%	IR	0,58
total	2,11	2,11	19,00	4,391	100%	$RC = IC/IR$	0

Fonte: Própria autora

Tabela 13 – Matriz de gestão financeira

gestão financeira	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3,08
Empresa A	1	3	9	3,000	66%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0,04
Empresa B	1/3	1	7	1,326	29%	N	3
Empresa C	1/9	1/7	1	0,251	5%	IR	0,58
total	1,44	4,14	17,00	4,578	100%	$RC = IC/IR$	0,069

Fonte: Própria autora

Tabela 14 – Matriz de integrações

integrações	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Auto-vetor	V-normalizado	$\lambda_{\max} = \text{auto valor}$	3
Empresa A	1	1	1	1	33%	$IC = (\lambda_{\max} - N)/(N-1)$	0
Empresa B	1	1	1	1	33%	N	3
Empresa C	1	1	1	1	33%	IR	0,58
total	3	3	3	3	100%	$RC = IC/IR$	0

Fonte: Própria autora

Após finalizadas as matrizes, foi feita a organização dos pesos dos critérios e alternativas (Tabela 15) e a consolidação dos resultados por meio do somatório dos produtos dos pesos dos critérios pelas alternativas, como mostra a Tabela 16, como por exemplo, para Empresa A: $(0,4667 \cdot 0,02123) + (0,4286 \cdot 0,16168) + (0,6 \cdot 0,08008) \dots = 42\%$.

Tabela 15 – Resultados do método

Critérios										
	gestão de portfólio	planejamento de projetos	gerenc. de tarefas	gerenc. de riscos	gerenc. de mudanças	gerenc. de alocação de recursos	custos	gestão e priorização de demandas	gestão financeira	integrações
Pesos	0,02123	0,16168	0,08008	0,03933	0,03933	0,13659	0,17597	0,29953	0,01776	0,02851
Alternativas										
Empresa A	0,4667	0,4286	0,6000	0,4286	0,4286	0,4545	0,2067	0,4737	0,6554	0,3333
Empresa B	0,4667	0,4286	0,2000	0,4286	0,4286	0,4545	0,0581	0,4737	0,2897	0,3333
Empresa C	0,0667	0,1429	0,2000	0,1429	0,1429	0,0909	0,7352	0,0526	0,0549	0,3333

Fonte: Própria autora

Pelo ranking das alternativas, a empresa vencedora foi a empresa A, seguido por B e C, conforme exposto na Tabela 16. Comparando com o caso da empresa, os resultados foram os mesmos, sendo empresa A a primeira opção, seguida da empresa B e pela empresa C. A aderência aos requisitos da A foi quase o dobro em relação a B.

Tabela 16 – Ranking das alternativas

Ranking	
Empresa A	42%
Empresa B	36%
Empresa C	22%

Fonte: Própria autora

4.2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Foi realizada a análise de sensibilidade para o critério “Custos”, isso quer dizer que foi verificado para qual intervalo de valores o peso deste critério interfere na decisão.

Figura 9 – Seleção de critério para análise de sensibilidade

Critérios							
	<i>gestão de portfólio</i>	<i>planejamento de projetos</i>	<i>gerenc. de tarefas</i>	<i>gerenc. de riscos</i>	<i>gerenc. de mudanças</i>	<i>gerenc. de alocação de recursos</i>	<i>custos</i>
<i>Pesos</i>	0,02123	0,16168	0,08008	0,03933	0,03933	0,13659	0,17597
Alternativas							
<i>Empresa A</i>	0,4667	0,4286	0,6000	0,4286	0,4286	0,4545	0,2067
<i>Empresa B</i>	0,4667	0,4286	0,2000	0,4286	0,4286	0,4545	0,0581
<i>Empresa C</i>	0,0667	0,1429	0,2000	0,1429	0,1429	0,0909	0,7352

Fonte: Própria autora

Na Tabela 17, na linha 13 foi adicionado o peso do critério “custos” e o ranking final das alternativas. Na linha 12, 100% corresponde aos valores das alternativas para esse critério. Na célula B2 foi adicionado a fórmula para o cálculo e posteriormente, copiada para as outras células.

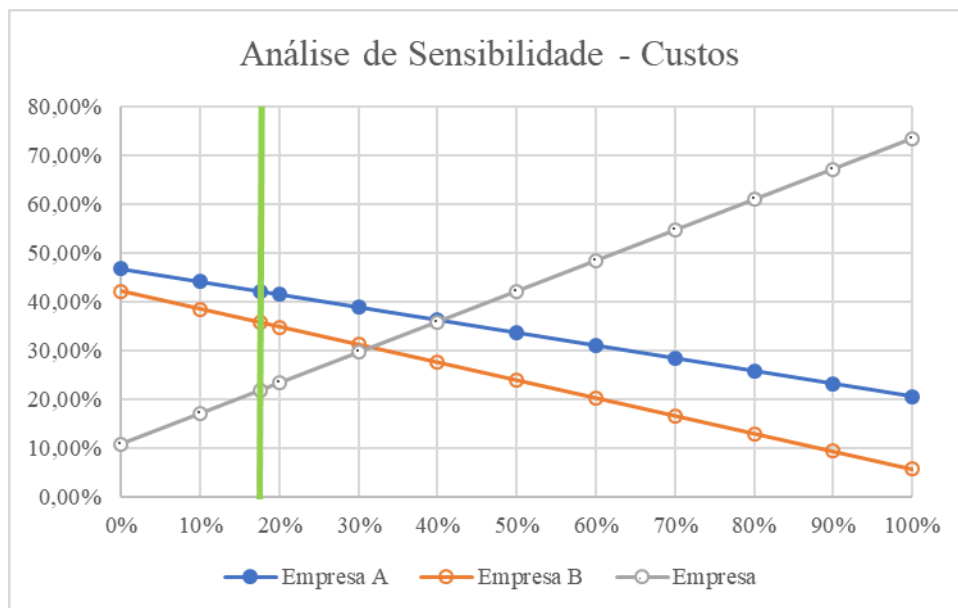
Tabela 17 – Análise de Sensibilidade (Custos)

Custos	Empresa A	Empresa B	Empresa C		
0%	46,85%	42,18%	10,97%		
10%	$=((\$A\$3-\$A\$13)/(\$A\$12-\$A\$13))*(\$B\$12-\$B\$13)+\$B\$13$				
20%	41,61%	34,90%	23,48%		
30%	39,00%	31,27%	29,74%		
40%	36,38%	27,63%	35,99%		
50%	33,76%	23,99%	42,25%		
60%	31,14%	20,36%	48,50%		
70%	28,52%	16,72%	54,76%		
80%	25,91%	13,08%	61,01%		
90%	23,29%	9,45%	67,26%		
100%	20,67%	5,81%	73,52%		
17,60%	42,24%	35,78%	21,98%		
Peso do critério Custo					
Resultado do Ranking					

Fonte: Própria autora

Com esses dados, obtém-se o gráfico da análise (Figura 10), em que a linha verde vertical representa o valor atual do peso do critério, a linhas azul, laranja e cinza se referem respectivamente a empresa A, B e C. Se a posição da linha vertical verde for modificada para aproximadamente 31%, pode-se verificar que a segunda posição passa a ser da empresa C. Se for para aproximadamente 40%, a empresa C ultrapassa a A, ficando em primeiro lugar. O que permite concluir que para diferentes pesos do critério, pode-se ter diferentes resultados do ranking de alternativas.

Figura 10 – Gráfico de sensibilidade



Fonte: Própria autora

5 CONCLUSÃO

5.1. VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA

Este estudo buscou responder duas principais questões de pesquisa e atingir dois objetivos (geral e específico): Como modelar e aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* na tomada de decisão de uma ferramenta de gestão de projetos? Quais os benefícios que a aplicação desse método pode trazer? O objetivo geral era aplicar o método AHP para selecionar uma ferramenta de gestão de projetos e o objetivo específico era comparar os resultados com os obtidos por uma empresa multinegócios.

A primeira pergunta e o objetivo geral foram abordados pelos Capítulos 3 e 4, que continham toda a modelagem do método AHP, aplicação, análise de sensibilidade e todos os cálculos realizados até obter o *ranking* de alternativas.

A segunda pergunta e o objetivo específico serão discutidos e respondidos a seguir.

Neste projeto, o método AHP foi aplicado utilizando os mesmos critérios e alternativas do caso estudado, mas apresentando formas diferentes de se analisar o problema e chegar aos resultados. Na Tabela 18 pode-se ver que o *ranking* obtido pela aplicação do AHP teve como alternativa vencedora a empresa A e foi exatamente o mesmo *ranking* obtido pela empresa ao analisar a aderência aos requisitos.

Um dos melhores benefícios de se aplicar o método AHP é a incorporação de múltiplos critérios na mesma análise. Dentre os critérios incorporados na modelagem do AHP estava o custo (licença e contratação), diferente do caso estudado em que o custo foi analisado separadamente e depois foi feita a consolidação das duas comparações (aderência aos requisitos e custos). Entretanto, o resultado foi o mesmo, obtendo também como resultado a empresa A como melhor alternativa. Isso pode ter acontecido pelo fato do analista que conduziu o projeto na empresa ser o mesmo que julgou as matrizes de comparação do AHP.

Tabela 18 – Comparação de resultados

Comparação de resultados	Caso da Empresa: Custos	Caso da Empresa: Aderência aos requisitos	Resultado da Aplicação do AHP
Primeiro Lugar	Empresa C	Empresa A	Empresa A
Segundo Lugar	Empresa A	Empresa B	Empresa B
Terceiro Lugar	Empresa B	Empresa C	Empresa C

Fonte: Própria autora

Ao analisar-se a documentação do projeto conduzido pela empresa estudada, foi identificada a não verificação da consistência dos valores, diferente do método AHP em que essa é uma etapa obrigatória no processo e garante a qualidade das decisões a serem tomadas a partir delas.

Os fatores mais críticos da aplicação do método são os julgamentos. Como eles influenciam diretamente os resultados do *ranking* final, a pessoa escolhida por julgar os critérios deve ter um grande conhecimento do processo analisado, pois ela é responsável por expressar em números a realidade e a importância dos cenários. Caso contrário, o *ranking* final pode refletir um resultado distorcido e indesejado.

O método AHP permite uma análise de sensibilidade dos critérios utilizados, possibilitando uma análise mais crítica sobre os intervalos de valores que influenciam no resultado do ranking. Por exemplo, no caso de duas empresas que deram resultados muito parecidos e apenas o custo é o fator diferenciador, a análise de sensibilidade deste critério, pode indicar a partir de qual valor uma empresa passa a ganhar da outra no ranking, sendo possível uma negociação mais objetiva com as empresas competidoras.

Entre os benefícios da aplicação do método estruturado AHP pode-se destacar:

- A importância de se incluir a opinião de um especialista no processo para julgar os critérios.
- Decompor o problema macro em comparações par a par, que facilitam o julgamento e a obtenção da melhor alternativa.
- Conciliar a análise de múltiplos critérios na tomada de decisão.
- Ter uma fórmula para verificar a consistência dos julgamentos.
- Permitir a análise de sensibilidade dos critérios.

Este projeto teve como objetivo apresentar a aplicação do método AHP e seus benefícios. Apesar de ter sido aplicado para um problema específico, essa pesquisa mostrou todos os passos desde a escolha do método até a montagem da planilha de análise de sensibilidade dos critérios. Sendo assim, ela pode servir de referência para outras pesquisas com foco em tomada de decisão multicritério.

5.2. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para outras pesquisas, seria a aplicação do método AHP para outro problema de seleção, mas utilizando mais de um julgador das matrizes e depois consolidando os dados, obtendo-se assim, um resultado mais neutro, imparcial e menos dependente da opinião de uma só pessoa.

REFERÊNCIAS

- COSTA, J. F. S.; RODRIGUES, M. M.; FELIPE, A. P. M. Utilização do método de análise hierárquica (ahp) para escolha de interface telefônica: a integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., Rio de Janeiro, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro, out. 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- KRUSKAL, J.B.; WISH, M. **Multidimensional caling**. Beverly Hills: Sage University Press, USA, 1973.
- RADNOR, Z. J.; BARNES, D. Historical analysis of performance measurement and management in operations management. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n. 5 / 6, p. 384–396, 2007.
- SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Makrom Books, 1991.
- SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **Interfaces**. v. 24, n. 6, p.19–43, 1994.
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, p. 234-281, 1977.
- SAATY, T. L. **Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world**. 3. ed. RWS Publications, 2012. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=c8KqSWPFwIUC&oi=fnd&pg=PT8&dq=decision+making&ots=2LKOAszQRp&sig=D-j64H6DYlsLggzebfJrAHk5XR0#v=onepage&q=decision%20making&f=false>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- SAATY, T. L. **Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks**. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Of Services Sciences**, Pittsburgh, v.1, n. 1, p.83-98, jan. 2008.
- SANTOS, L. F.; CRUZ, R. B. C. O uso do método AHP na tomada de decisão para seleção de sistemas de lajes de edificios comerciais. **Engenharia Estudo e Pesquisa**. ABPE, v. 13, n. 1, p. 39-52. jan./jun. 2013.
- TRAMARICO, C. L. et al. Avaliação multicritério de treinamento em supply chain management. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., Salvador, 2013. Anais eletrônicos... Salvador, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_182_038_22452.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- TRAMARICO, C. et al. Analytic hierarchy process and supply chain management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 441-450, 2015.

VARGAS, R. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: PMI GLOBAL CONGRESS, 2010, [Washington, DC]. **Proceedings...** [Washington, DC]: PMI p. 1-22. 2010.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão de literatura. **Produção**, v. 22, n. 4, p. 625-636. set./ dez. 2012.

WALLENIS, J. et al. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recent accomplishments and what lies ahead. **Management Science**, v. 54, n. 7, p. 1336-1349, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015.