



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

WESKLEY SAMUEL SILVA DAMIÃO

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ESCOLHA DE PONTO COMERCIAL PARA
UMA OFICINA AUTOMOTIVA NA CIDADE DE MOSSORÓ - RN**

MOSSORÓ

2019

WESKLEY SAMUEL SILVA DAMIÃO

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ESCOLHA DE PONTO COMERCIAL PARA
UMA OFICINA AUTOMOTIVA NA CIDADE DE MOSSORÓ - RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Departamento de Engenharias e Ciências Ambientais como parte dos requisitos para obtenção do título de “Bacharel em Engenharia de Produção”.

Orientador: Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola
Gonçalo

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D158a Damião, Weskley Samuel Silva.
 Análise multicritério para escolha de ponto
 comercial para uma oficina automotiva na cidade
 de Mossoró - RN / Weskley Samuel Silva Damião. -
 2019.
 40 f. : il.

 Orientador: Thomas Edson Espíndola Gonçalo.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
 Produção, 2019.

 1. Análise multicritério . 2. Método de
 análise hierárquica. 3. Localização. I. Gonçalo,
 Thomas Edson Espíndola, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

WESKLEY SAMUEL SILVA DAMIÃO

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ESCOLHA DE PONTO COMERCIAL PARA
UMA OFICINA AUTOMOTIVA NA CIDADE DE MOSSORÓ - RN**

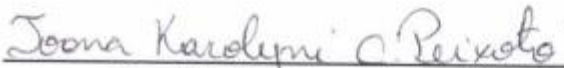
Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Departamento de Engenharias e Ciências Ambientais como parte dos requisitos para obtenção do título de “Bacharel em Engenharia de Produção”.

Defendida em 13/08/2019

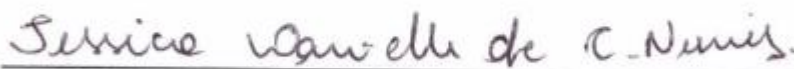
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalves
Presidente



Prof.ª M.ª Joana Karolyni Cabral Peixoto
Membro



Prof. Esp. Jéssica Danielle de Carvalho Nunes
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me dado discernimento para reconhecer as boas oportunidades durante toda a jornada e por poder compartilhar esse momento com as pessoas mais importantes da minha vida.

Aos meus pais, Karina e Wagner, por sempre incentivarem e mostrarem a importância de estudar, meus exemplos de inspiração, amor e dedicação, agradeço principalmente por sempre me apoiarem em todos os momentos.

Aos meus avós, Maria Lúcia e Sebastião, por todos os sábios conselhos, instruções, preocupação, carinho, dedicação, apoio e por não medirem esforços para realização dos meus sonhos. Agradeço em especial por serem meu porto seguro para onde sempre poderei voltar.

Agradeço a minha família pela ajuda e suporte em minhas escolhas durante essa trajetória, em especial minhas tias Waleria e Walesca, e meus primos Kaua, Gabriel, Eduarda, José, Cris e Allyne.

A Milla e Matheus, pelo companheirismo, incentivo, conselhos e por estarem ao meu lado durante esses três anos e meio compartilhando bons momentos, amigos que levo para a vida toda.

A Ana Luiza e Ana Beatriz, amigas com as quais compartilho a afinidade e os desafios de estar apaixonado pela engenharia de produção.

A Kaynara e Juliana que sempre estiveram dispostas a me ouvir quando precisei de um ombro amigo, duas pessoas sem as quais não poderia ter chegado tão longe.

A minha prima, Mayara, minha amiga mais antiga, com quem compartilhei todo os momentos da minha vida, sempre presente em todos os momentos, e nossa amiga Natalia, com quem sempre poderei contar independentemente da situação.

As minhas amigas que fiz durante o ensino médio, Mikaelly, Dayse e Thais, que sempre foram fonte de inspiração para seguir meus sonhos, agradeço principalmente pela troca de experiências que me fizeram mais sábio a cada conversa.

Aos meus amigos que fiz durante esse curso, por todos os momentos que dividimos e por todos os outros que vamos dividir, principalmente Cristiane, Gabryelle, Rute, Raquel, Andreza, Carol, Roberta, Aurélio, Ivo e todos os outros que se fizeram presente todos esses anos.

Aos meus professores pelo ensinamento e experiências sem os quais nada disso poderia estar acontecendo.

Agradeço a meu orientador, Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalves, pela dedicação durante a realização deste trabalho, pela paciência em todas as vezes que não pude

cumprir com os prazos, e por todo suporte e competência, sendo fonte de admiração e inspiração profissional.

Aos professores da banca pelas críticas que só contribuíram para melhorar este trabalho e por fazerem eu me apaixonar ainda mais pela engenharia de produção.

RESUMO

A recente crise financeira que o mercado vem enfrentando acabou despertando a vontade de empreender. Dessa maneira, acabam surgindo novos negócios em todas as áreas. No Brasil existem milhões de empreendimentos, onde a maioria é micro e pequenas empresas. A cidade de Mossoró vivencia um momento de crescimento, aumentando a necessidade de locomoção. A frota de veículos mossoroense aumenta a cada ano, assim aumentando a necessidade de serviços automotivos. Devido esse momento de expansão e o aumento da competitividade, planejar e definir estratégias são o diferencial. Assim, oferecer ao cliente uma localização privilegiada que impacta na realização do serviço, na percepção e na sua experiência é uma vantagem competitiva. O presente trabalho tem como objetivo aplicação da análise multicritério para escolha de ponto comercial para uma oficina automotiva. O objeto do estudo de caso é um novo empreendimento ainda em fase de desenvolvimento que visa prestar serviços de troca de lubrificante, filtros e manutenção de veículos na cidade de Mossoró. Neste estudo foi utilizado o Método de Análise Hierárquica – AHP, para auxiliar na tomada de decisão. Este método ordenar as alternativas com base nas preferências do tomador da decisão. Durante o desenvolvimento deste trabalho foi possível identificar vantagens e desvantagens para a utilização deste método nesse cenário. Além disso, foi possível entender que existem fatores externos que não foram considerados neste estudo, mas que podem interferir na decisão como, por exemplo, a negociação para aluguel do local.

Palavras-chave: Análise multicritério, Método de análise hierárquica, Localização.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Crescimento da Frota Mossoroense	11
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais Métodos Multicritérios da Escola Americana	16
Quadro 2: Principais Métodos Multicritério da Escola Francesa	17
Quadro 3: Estrutura Hierárquica de Critério	19
Quadro 4: Escala de Comparação de Satty	20
Quadro 5: Matriz de Comparação Par a Par dos Critérios.....	20
Quadro 6: Matriz de Comparação de Critérios Normalizada.....	21
Quadro 7: Cálculo dos Pesos Relativos	21
Quadro 8: Cálculo do $\lambda_{\max}$	21
Quadro 9: Índices de Consistência Aleatória	22
Quadro 10: Matriz de Comparação das Alternativas	22
Quadro 11: Etapas da Pesquisa	24
Quadro 12: Quadro de Critérios	26
Quadro 13: Tabela das Alternativas	27
Quadro 14: Árvore de critérios.....	28
Quadro 15: Matriz de Comparação Binária dos Critérios	29
Quadro 16: Peso Relativo dos Critérios.....	30
Quadro 17: Índice de Coerência Relativo.	31
Quadro 18: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 1.....	32
Quadro 19: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 2.....	32
Quadro 20: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 3.....	33
Quadro 21: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 4.....	33
Quadro 22: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 5.....	33
Quadro 23: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 6.....	34
Quadro 24: Matriz de Performance Global	34
Quadro 25: Pontuação Final	35
Quadro 26: Teste Sensibilidade 1	36
Quadro 27: Teste de Sensibilidade 2.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos	13
1.1.1 Geral	13
1.1.2 Específicos.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Gestão de Operações em Serviços.....	14
2.2. Localização e Instalações Físicas da Organização.....	14
2.3. Tomada de Decisões e Análise Multicritério	15
2.4. Método de Análise Hierárquica (AHP).....	18
3 METODOLOGIA	23
3.1 Caracterização da Pesquisa	23
3.2 Caracterizações do Empreendimento	23
3.3 Etapas da Pesquisa	24
3.3 Escolha do Método Multicritério	25
3.4 Estruturação do Problema.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1 Definição dos critérios	26
4.2 Identificação das Alternativas.....	27
4.3 Estrutura Hierárquica	28
4.4 Aplicação do Método.....	28
4.2 Análise de Sensibilidade	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Segundo Banzatto (2001), a indústria automobilística foi uma das principais atividades na geração de renda, emprego e investimentos do século XX, sendo primordial na política industrial e em pesquisas tecnológicas. Corrobora o Casotti e Goldenstein (2008) ao afirmar que, a indústria automobilística é pioneira no desenvolvimento de tecnologias, como também em novos modelos de gestão de fábrica, sendo responsável pelas mudanças mais relevantes nos processos produtivos no século passado, assim tendo grande destaque na economia mundial, movimentando aproximadamente 2,5 trilhões de dólares por ano.

De acordo com o Sebrae (2015b), houve um crescimento de 3,7% na frota brasileira chegando a 41,7 milhões em 2014, de forma que a idade média da frota aumentou acarretando um possível aumento nos serviços de manutenção e reparação.

De acordo com Sebrae (2015a) no Brasil existem cerca de 6,4 milhões de negócios, destes, 99% são micro e pequenas empresas. Devido à crise nos últimos anos, mais trabalhadores se identificam como autônomos e assim pequenas e micro-organizações foram formadas e registradas. A cidade de Mossoró está vivenciando um momento de expansão, assim estão surgindo bairros mais distantes do centro comercial, crescendo assim a necessidade das pessoas de se locomover. Conforme a Tabela 1, nos últimos anos o número de veículos na cidade de Mossoró vem crescendo a cada ano. Nesse contexto, com o aumento da demanda por serviços mecânicos decorrente do crescimento da frota surgem novos negócios para manutenção de veículos.

Tabela 1: Crescimento da Frota Mossoroense

ANO DE REFERÊNCIA	TOTAL DE VEÍCULOS
2014	126.351
2015	134.270
2016	149.429
2017	155.968
2018	162.639

Fonte: Adaptado IBGE (2019)

O segmento de oficinas automotivas em Mossoró é grande e diversificado, uma vez que há uma gama enorme de serviços ofertados. Na conjuntura da cidade, é perceptível que as organizações estão sempre aglomeradas por nicho, dessa maneira quando o cliente precisa encontrar um determinado produto ou serviço. Em geral, eles estão na mesma região,

aumentando a competitividade e dando ao cliente muitas possibilidades. Assim, o que mantém a diferença entre as organizações e os profissionais, é a qualidade de seus produtos e serviços. Conforme Freitas (2005), os clientes não avaliam apenas os aspectos tangíveis do serviço ou produto, mas também os aspectos intangíveis que a ele estão agregados, ou seja, o cliente não compra apenas os bens que a empresa tem a oferecer, ele adquire todo o pacote de experiência que vive naquela organização, principalmente quando se trata de serviços.

Desta maneira, em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas estão sempre buscando por melhorias e otimização de seus resultados, atingindo níveis cada vez melhores de profissionalização e desenvolvimento por meio de diversas estratégias. Isto, visando reduzir as incertezas e minimizar os erros e falhas, buscando maneiras melhores de tomar decisões, consequentemente aumentando a produtividade, a margem de lucro e os seus processos.

Conforme Rodrigues (1986), para auxiliar e melhorar a tomada de decisão, foi necessário desenvolver tecnologias que pudessem fundamentar e embasar as decisões. Uma vez que essas decisões são baseadas em critérios subjetivos, como a experiência e o conhecimento, foi primordial que houvesse métodos que pudessem quantificar isso. Por isso, na década 1960, surgiu a técnica “Análise Multicritério” para suprir essa demanda, que consiste em analisar comparativamente projetos alternativos.

Segundo Gomes e Lins (1999) em uma análise multicritério, é possível considerar vários critérios em um único estudo, mesmo em situações muito complexas. É um método bastante utilizado para auxiliar o decisor a integrar e comparar diferentes opções em suas ações de forma quantitativa, assim podendo observar os efeitos das variáveis umas sobre as outras.

A análise multicritério é utilizada para embasar decisões de forma mais concreta, minimizando erros e atendendo as preferências do tomador da decisão. Dessa forma, atendendo as necessidades e exigências dos clientes. Sendo assim, o público está cada vez mais exigente e diversificado, sempre esperando um atendimento personalizado que supra suas expectativas. Carvalho e Paladini (2012) corroboram ao afirmar que a qualidade assumiu uma visão transcendental. Desta forma, não está presente apenas no processo produtivo, no produto ou serviço e todos os conceitos, exigências e expectativas relacionados a qualidade são decorrentes do crescente aumento da concorrência. De acordo com Freitas (2005), a localização do negócio é parte do pacote de experiências que o cliente adquire. Além disso, é

importante manter proximidade do seu cliente oferecendo comodidade, qualidade e buscando satisfazer suas necessidades.

Dito isso, é possível entender que a escolha de um ponto comercial, como decisão estratégica da gestão de serviços, é de muita importância devida diversas implicações na organização, Conforme Peinado e Graeml (2007) a localização de um negócio pode significar uma vantagem competitiva. Assim utilizar de métodos multicritérios para tomada de decisão diminui os riscos associada a está decisão estratégica.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso para escolha de ponto comercial para oficina automotiva por meio de análise multicritério, apresentando a metodologia utilizada, a análise e resultados da aplicação do método juntamente com as considerações a respeito da utilização do método de análise hierárquica – AHP.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo aplicação da análise multicritério para escolha de ponto comercial para uma oficina automotiva de manutenção de veículos.

1.1.2 Específicos

- Definir os critérios de avaliação das preferências do decisor.
- Ordenar opções de local para uma oficina mecânica dentro das preferências do decisor.
- Escolher o método de análise multicritério mais adequado para a escolha de local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de Operações em Serviços

Os consumidores antes de adquirir um serviço ou produto, coletam informações por meio de da opinião de outras pessoas que utilizaram aquele bem. Desse modo é perceptível que a avaliação feita pelos clientes não ocorre apenas aos aspectos tangíveis do serviço ou produto, mas também os aspectos intangíveis a ele agregados, como disse Freitas (2005).

O setor de serviços possui maior participação na economia global, conforme Dias e Santos (2009) ressaltam que essa importância necessita de estudos relacionados a qualidade dos serviços prestados já que quanto maior for a qualidade percebida pelo cliente, maiores são as chances de a empresa ganhar vantagem competitiva. Em decorrência desse cenário competitivo, Freitas (2005) afirma que as organizações têm buscado atender com maior presteza superando as necessidades e expectativas dos clientes, procurando formas de se diferenciar da concorrência e garantir a fidelidade dos clientes em relação aos seus produtos e serviços. Entretanto, é observado que a qualidade dos serviços prestados ainda deixa a desejar em muitos critérios e Oliveira (2012) argumenta dizendo de que é impossível manter a qualidade constante dos serviços, uma vez que são realizados por seres humanos passíveis de cometer erros.

É difícil para uma organização produzir bens que se destaquem dos seus concorrentes, assim os serviços complementares acabam ganhando mais relevância e sendo diferencial. Segundo Renesto (2008) esses serviços auxiliares são os vários tipos de serviços agregados de uma maneira competitiva com formatos mercadológicos diferentes. Dessa maneira, agregando valor ao serviço principal, como também a experiência ali vivida pelo cliente.

2.2. Localização e Instalações Físicas da Organização

Para Peinado e Graeml (2007) encontrar um local adequado para instalar uma organização é extremamente importante visto que isso pode significar obter uma vantagem competitiva sobre os concorrentes. Corroborar Corrêa e Corrêa (2006) dizendo que a localização é um dos fatores que podem acometer a competitividade de uma empresa em questões internas e externas exercendo forte impacto sendo assim um fator crítico em sua estratégia competitiva.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), Corrêa e Corrêa (2006) e Moreira (2008) existem muitos fatores que influenciam a escolha de um local para instalar uma empresa, os mais importantes são: a proximidade dos mercados consumidores e de seus fornecedores, além da localização dos concorrentes.

Consoante com Moreira (2008), as operações de uma organização estarem próximas de cadeia de suprimentos está associada a custos de transporte aumentam para bens de alto valor agregado ou grandes quantidades. Para serviços quando suas atividades se localizam nas proximidades dos mercados que servem, ao mesmo tempo que promove a facilidade de acesso, procura atingir os clientes, além disso está próximo aos concorrentes pode proporcionar aos consumidores facilidade para escolher serviços, preço, qualidade e atendimento, assim como também possibilita que a própria organização esteja próxima às inovações dos concorrentes buscando inovar e melhorar seus serviços e processos.

Segundo Lopes e Almeida (2008) o problema de localização é muito difundido em várias áreas do conhecimento devido à sua importância e a diversidade de técnicas de resolução. Conforme Ballou (2006) posicionar as instalações fixas ao longo da cadeia de suprimentos é o que dá forma, estrutura e contorno ao conjunto completo da cadeia. Em consoante Moreira (2002) quando se fala em localização, pequenos detalhes quando são deixados de lado ou não são percebidos podem acarretar sérias desvantagens.

Lopes e Almeida (2008) dizem que a importância da decisão de localização e de suas implicações nas atividades internas e externas a empresa é imprescindível uma análise formal para auxiliar a tomada de decisão, baseando em técnicas e ferramentas que estruturam o problema e envolvam a maior parte das questões ligadas ao problema.

2.3. Tomada de Decisões e Análise Multicritério

Para Triantaphyllou (2002) fazer escolhas consistentes e coerentes com sua estratégia competitiva é um problema básico das organizações. É provável que tomar decisões acertadas para uma determinada situação é um dos maiores desafios da ciência e tecnologia.

Segundo Gomes *et al* (2006) de encontro com a capacidade humana de analisar se destaca o surgimento do Apoio Multicritério a Decisão que pode ser entendido como um ramo da pesquisa operacional que engloba um grupo de métodos aplicados a problemas de decisão que visam auxiliar na sistematização de informações e definições das preferências do decisor em relação aos objetivos, atributos e alternativas avaliadas.

Em conformidade com Moraes e Almeida (2002) a análise multicritério auxilia o processo de escolha e classificação das ações potenciais, buscando incrementar múltiplas questões no processo diferente dos métodos tradicionais de pesquisa operacional. Almeida (2003) corrobora dizendo que vários fatores, como as características do problema, estrutura de preferência do decisor e a problemática influenciam na escolha do método.

Uma decisão multicritério, consoante com Vincke (1992) consiste em um problema em que existe pelo menos duas alternativas de ação para seleção, está escolha e guiada para atender a múltiplos critérios e objetivos, que muitas vezes podem ser conflitantes. De acordo com Roy (1996) o apoio a tomada de decisão possibilita o melhor entendimento do problema auxiliando o decisor a encontrar as melhores soluções para suas preferências.

De acordo com Gomes *et al* (2006), dois elementos importantes no processo de tomada de decisão são o tomador da decisão e o analista. O decisor pode ser um grupo de indivíduos ou um único indivíduo, que tem o poder de escolha final e assume a responsabilidades pelas consequências decorrentes da decisão tomada com bases nas recomendações apresentadas. O analista é responsável por auxiliar o decisor na modelagem do problema.

Gomes *et al* (2004) relaciona as problemáticas multicritérios a três categorias; ordenação, escolha e alocação de classes. A primeira categoria ordena as alternativas conforme as preferências do decisor, a segunda categoria mostra apenas qual a solução final ideal para o problema formulado, a terceira categoria agrupa as alternativas em classes, muitas vezes, de características semelhantes.

Quadro 1: Principais Métodos Multicritérios da Escola Americana

MÉTODO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA
AHP	Baseado na comparação entre as alternativas e na medição das preferências com uso de escala.	Ordenação
MACBETH	Transforma preferências qualitativas em quantitativas comparando os pares de alternativas.	Ordenação
Programação por Metas	Ordena as alternativas por meio da distância até a meta pautada pelo decisor.	Ordenação
SMARTS	Utilizado na construção da função utilidade as aproximando de funções lineares.	Ordenação
SMARTER	Semelhante ao SMARTS e utiliza a técnica de <i>Rank Orden Centroid</i> para atribuir os pesos para cada critério.	Ordenação
UTADIS	Permite classificar as alternativas em categorias pré-definidas por meio da simples comparação do valor da função utilidade.	Alocação de Classes

Fonte: Autor (2019)

Conforme Parreias (2006) existem duas principais linhas para análise multicritério, a escola americana e a francesa. A escola americana é caracterizada por auxiliar o tomador da decisão a formular o problema com base nas suas preferências, Gomes Junior *et al* (2006) corrobora afirmando que esta escola se baseia em técnicas de agregação com critério único de síntese. No quadro 01 são apresentados os principais métodos multicritério da escola americana e sua categoria de classificação.

A escola francesa recebe esse nome devido pesquisadores franceses desenvolverem os primeiros métodos a utilizar o conceito de sobreclassificação, afirma Parreias (2006). A principal diferença entre as duas escolas é justamente o uso do critério único de síntese pela escola americana, enquanto a escola francesa faz uso do conceito de relação de superação. A característica mais marcante desta escola é a o uso de dois estágios em seus métodos. No primeiro estágio é feita a comparação entre as alternativas a partir disso definindo relações de sobreposição entre os pares de alternativa. O segundo estágio tem como objetivo ordenar as alternativas da melhor para a pior, as classificar em categorias preestabelecidas ou estabelecer a melhor delas.

Quadro 2: Principais Métodos Multicritério da Escola Francesa

MÉTODO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA
ELECTRE I	Baseado no conceito de concordância e discordância para construir relações de sobreclassificação entre as alternativas.	Escolha
ELECTRE II	Utilizado ordenar as alternativas da melhor para a pior, utilizando o Electre I como base.	Ordenação
Electre III	Faz uso do conceito de sobreclassificação e do índice de credibilidade para ordenar as alternativas da melhor para a pior.	Ordenação
Electre IV	Usado para ordenar as alternativas sem necessitar atribuir peso para cada critério.	Ordenação
Electre Tri	Baseado no conceito de sobreclassificação para classificar as alternativas em categorias estabelecidas, partindo da comparação entre as alternativas e os perfis que estabelece os limites das categorias.	Alocação de classes
PROMETHEE I	Utiliza o conceito de fluxo de rede da teoria de grafos para estabelecer as relações de sobreclassificação e ordenar as alternativas da melhor até a pior. Admite situações onde as alternativas são incomparáveis e a preferência do decisor é indefinida.	Ordenação
Promethee II	Semelhante ao PROMETHEE I, porém não admite caso em que as alternativas são incomparáveis	Ordenação

Fonte: Autor (2019)

O Quadro 02 apresenta os principais métodos multicritério da escola francesa, os classificando em categorias como feito no quadro 01 onde são apresentados os métodos da escola americana.

Segundo Almeida (2011) existe outra classificação bastante utilizada é a separação em métodos compensatório e não compensatório. Na definição do método é importante atentar para essa compensação que pode existir entre os critérios. Os métodos compensatórios são aqueles que compensam uma performance menor de uma alternativa, em um determinado critério por uma performance melhor em outro critério, podendo favorecer alternativas desbalanceadas. Enquanto nos métodos não compensatórios as interações entre critério não existem, assim não havendo compensação, favorecendo a alternativa mais balanceada.

Segundo Lieggio (2012) os métodos relacionados a escola francesa são considerados métodos não compensatórios. Almeida *et al* (2012) corrobora afirmando que os métodos de sobreclassificação demonstram avaliações não compensatórias, e os métodos de agregação por meio de critério único de síntese mostram caráter compensatório.

2.4. Método de Análise Hierárquica (AHP)

Segundo Bhusham e Rai (2004) o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) foi desenvolvido por Thomas L. Saaty na década 1970 e a partir desse momento foi amplamente estudado. Atualmente é aplicado para auxiliar decisões em diversos cenários complexos onde pessoas trabalham em grupo para tomar decisões onde percepções, julgamentos e consequências têm impacto de longo prazo.

De acordo Marins *et al* (2009) o método de multicritério mais utilizado no apoio à tomada de decisão na resolução de problemas com múltiplos critérios é o método AHP, do inglês *Analytic Hierarchy Process*. Corrobora Tortorella e Fogliatto (2008) afirmando que o AHP possibilita identificar a melhor alternativa em um conjunto de opções com base em critérios predefinidos de seleção.

Vargas (2010) afirma que o método AHP converte as comparações qualitativas em quantitativas. Essa habilidade de transformar dados empíricos em modelos matemáticos é a principal diferença do AHP para os outros métodos e técnicas de análise multicritério. Depois de feitas as comparações e os pesos serem definidos é calculado a probabilidade de cada uma das alternativas atender a meta ou objetivos estabelecidos. A probabilidade mostra o quanto a alternativa em questão contribui para o alcance do objetivo.

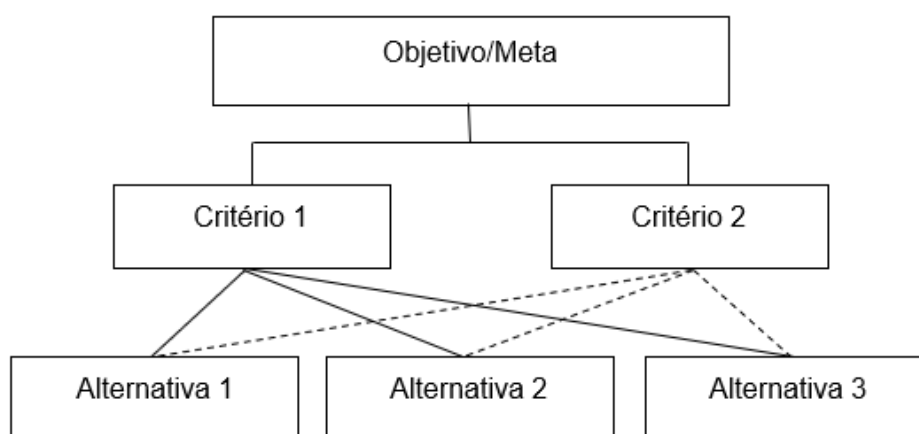
Conforme Schmidt (1995), o AHP é um método caracterizado pela capacidade de analisar um problema em níveis hierárquicos tendo uma visão global do problema e suas relações. Assim, o problema é decomposto em fatores que é dividido em novo nível de fatores. Esses elementos são organizados de forma hierárquica de modo que os objetivos finais fiquem no topo, seguido dos sub-objetivos, as forças limitadoras do decisor, objetivos do decisor e por fim os cenários possíveis. Esses cenários determinam as probabilidades de se atingir os objetivos, esses por sua vez influenciam os decisores que guiam as forças que causarão impacto nos objetivos finais, em resumo o AHP parte de uma visão global para uma perspectiva mais particular e concreta.

Almeida (2003) afirma que o AHP é um método de característica compensatória, o qual compensa o menor desempenho de uma alternativa em determinado critério com um bom desempenho da mesma alternativa em outro critério. Também é classificado como um método de problemática do tipo gama, a qual tem o objetivo de ordenar as melhores alternativas em um ranking.

Consoante com Varga (2010), a determinação dos critérios é o primeiro passo para a construção do AHP. Onde cada tomador de decisão estabelece e estrutura o próprio conjunto de critérios que estarão em conformidade com seus objetivos.

Para Saaty (2008) a aplicação do AHP deve ser iniciada pela decomposição do problema em hierarquia de critérios, os tornando mais fáceis de serem comparados de modo independente, conforme Quadro 03. A partir disso, o decisor avalia de forma sistêmica as alternativas as comparando a pares dentro de cada critério, essa comparação pode usar de dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos.

Quadro 3: Estrutura Hierárquica de Critério



Fonte: Adaptado Vargas (2010)

Segundo Barbato e Raia (2010), após o processo de hierarquização do problema, iniciamos a etapa de avaliação por meio de uma comparação par a par entre os critérios, para isso é utilizada a escala de Satty.

Quadro 4: Escala de Comparação de Satty

GRAU DE IMPORTÂNCIA	DESCRIÇÃO
1	Igualmente importante
3	Moderadamente mais importante
5	Fortemente mais importante
7	Muito fortemente mais importante
9	Absolutamente mais importante

Fonte: Adaptado de Satty (2005).

De acordo com Varga (2010) tomando como base a escala de Satty é construída uma matriz de comparação, conforme quadro 05. Para Varga (2010) os critérios precisam ser avaliados dois a dois, para assim estabelecer a importância relativa entre eles e seu peso relativo no objetivo global.

Quadro 5: Matriz de Comparação Par a Par dos Critérios

	CRITÉRIO 1	CRITÉRIO 2	CRITÉRIO 3
CRITÉRIO 1	1	5	9
CRITÉRIO 2	$1/5 = 0,2$	1	3
CRITÉRIO 3	$1/9 = 0,11$	$1/3 = 0,33$	1
TOTAL	1,31	6,33	13

Fonte: Adaptado de Varga (2010)

O Quadro 5 mostra a comparação par a par dos critérios. Utilizando as informações de escala do Quadro 4, é feito o preenchimento do Quadro 5, onde temos que o critério 1 em comparação com ele mesmo é igualmente importante, o critério 1 em comparação com o critério 2 é fortemente mais importante, ou seja, o critério 2 em comparação com o critério 1 é fortemente menos importante.

Com a finalidade de analisar e definir os pesos relativos de cada critério, segundo Varga (2010), é realizado o processo de normalização da matriz apresentada no quadro 06, onde é feita a divisão de cada valor da planilha pelo total da coluna.

Quadro 6: Matriz de Comparação de Critérios Normalizada

	CRITÉRIO 1	CRITÉRIO 2	CRITÉRIO 3
CRITÉRIO 1	$1/1,31 = 0,76$	$5/6,33 = 0,78$	$9/13 = 0,69$
CRITÉRIO 2	$0,2/1,31 = 0,15$	$1/6,33 = 0,15$	$3/13 = 0,23$
CRITÉRIO 3	$0,11/1,31 = 0,08$	$0,33/6,33 = 0,05$	$1/13 = 0,07$

Fonte: Adaptado Vargas (2010)

Para Varga (2010) o peso relativo de contribuição de cada critério é calculado através da média aritmética dos valores de cada critério, conforme apresentado no quadro 07. Os pesos relativos encontrados no Quadro 07 determinam a participação de cada critérios no resultado total do objetivo.

Quadro 7: Cálculo dos Pesos Relativos

	CALCULO DA MÉDIA	PESO RELATIVO
CRITÉRIO 1	$(0,76+0,78+0,69)/3 =$	0,7433 ou 74,33%
CRITÉRIO 2	$(0,15+0,15+0,23)/3 =$	0,1766 ou 17,66%
CRITÉRIO 3	$(0,08+0,05+0,07)/3 =$	0,0666 ou 6,66%

Fonte: Adaptado Vargas (2010)

O passo seguinte é verificar a inconsistência dos dados, objetivando encontrar se os decisores foram consistentes nas suas opiniões. Varga (2010) afirma que o índice de inconsistência tem como base o valor λ_{max} que é calculado por meio da média aritmética da razão do somatório do produto de cada critério pelo peso relativo dos critérios pelo peso relativo, conforme Quadro 08.

Quadro 8: Cálculo do λ_{max}

Cálculo	Resultado
$[(1*0,7433)+(5*0,1766)+(9*0,0666)]/0,7433$	2,9943
$[(0,2*0,7433)+(1*0,1766)+(3*0,0666)]/0,1766$	2,9732
$[(0,11*0,7433)+(0,33*0,1766)+(1*0,0666)]/0,0666$	3,1027
λ_{max}	3,0234

Fonte: Adaptado Vargas (2010)

Conforme Satty (2005) o cálculo do índice de inconsistência é dado pela equação I apresentada abaixo.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, IC é o índice de inconsistência e N o número de critérios avaliados.

Com o propósito de averiguar o valor encontrado no índice de inconsistência Satty (2005) propôs a taxa de consistência (RC) que é determinada pela razão entre o valor do IC e o índice de consistência aleatória (RI), conforme equação II.

$$RC = \frac{IC}{RI} < 0,1 \text{ ou } 10\% \quad (\text{Equação 2})$$

Varga (2010) afirma que o RI é um valor fixo que tem como base o número de critérios, conforme quadro 09.

Quadro 9: Índices de Consistência Aleatória

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 Vargas (2010)

De acordo com Varga (2010), como feito com para o grupo inicial de critérios, quadro 05, é necessário avaliar os pesos relativos das alternativas no segundo nível da hierarquia da árvore de critério, conforme quadro 10.

Quadro 10: Matriz de Comparação das Alternativas

CRITÉRIO 1	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
ALTERNATIVA 1	1	5	1/9
ALTERNATIVA 2	1/5	1	3
ALTERNATIVA 3	9	1/3	1

Fonte: Adaptado Vargas (2010)

O processo de comparação par a par do quadro 10 é feito pelo decisor, de modo idêntico ao realizado no quadro Matriz de comparação de critérios (Quadro 05). Conforme Vargas (2010) a avaliação das alternativas em todos os critérios determina a prioridade final. O cálculo de prioridade final é determinado pelo somatório dos produtos entre o peso de prioridade das alternativas e o peso dos critérios.

3 METODOLOGIA

Esse estudo tem como finalidade aplicação da análise multicritério para escolha de ponto comercial para uma oficina automotiva e, a partir disso, auxiliar na tomada de decisão para escolha de ponto comercial.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Segundo Gil (2002), uma pesquisa experimental é caracterizada por definir um objetivo, as formas de controle e de observações dos efeitos. Ele também diz que estudo de caso tem propósito de formular hipóteses ou desenvolver teorias, assim conforme os procedimentos técnicos da realização desse trabalho, pode-se afirmar que este trabalho se trata de uma pesquisa de caráter experimental e estudo de caso. Com base nos objetivos se trata de uma pesquisa exploratória, pois a primeira tem objetivos de aprimorar ideias e descobertas de intuições.

Esse estudo tem como finalidade aplicação da análise multicritério para escolha de ponto comercial para uma oficina automotiva, a partir disso, auxiliar na tomada de decisão como também na definição de critérios de análise e auxiliar na procura de opções viáveis de local. Assim este trabalho é de caráter quali-quantitativo, uma vez que serão atribuídos proporção numérica e caracterização de variáveis.

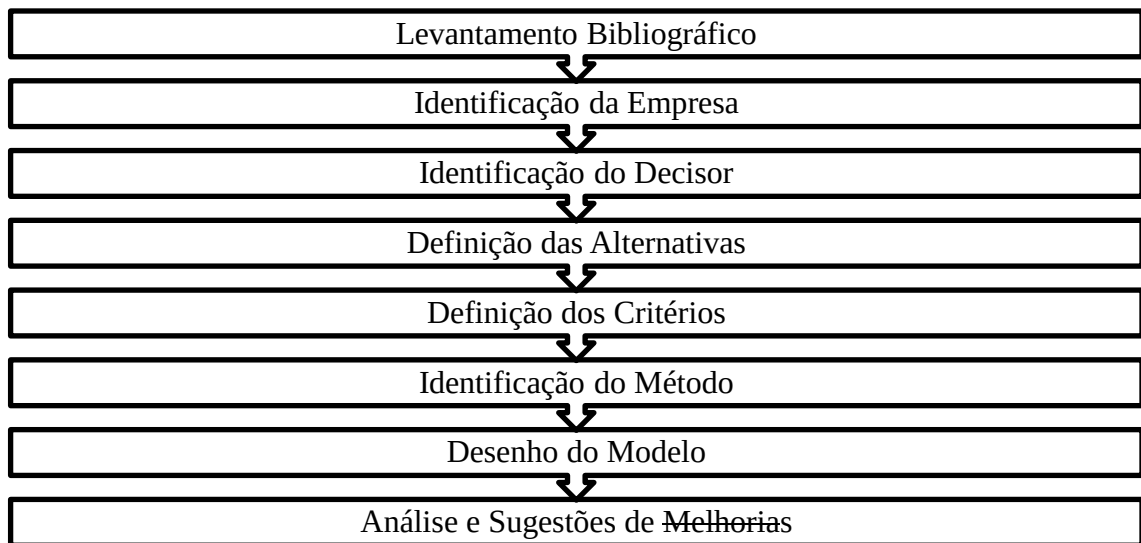
3.2 Caracterizações do Empreendimento

O objeto de estudo desta pesquisa é um projeto futuro de empreendimento em fase de desenvolvimento que pretende atuar na área de manutenção de veículos, os serviços prestados incluem troca de óleo lubrificante, filtros e manutenção básica. Dessa forma os serviços devem ser realizados em local fixo, necessitando de instalações físicas adequadas para acomodar o escritório e a oficina mecânica. O empreendimento não possui sócios, e inicialmente o quadro de funcionários é composto por três pessoas da mesma família, onde o patriarca é o responsável pela organização e será o decisor, visto que tem muitos anos experiência na área onde coordenou equipes de manutenção como técnico para prestadoras de serviços da indústria petroquímica.

3.3 Etapas da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em etapas, definidas como: levantamento bibliográfico, identificação da empresa estudada, identificação do decisor, definição das alternativas, definição dos critérios, identificação do método, desenho do modelo, análise e sugestão de melhorias.

Quadro 11: Etapas da Pesquisa



Fonte: Autor (2019)

Na primeira etapa foi realizado uma revisão da literatura em livros, dissertações, teses, artigos e monografias sobre análise multicritério. Além disso foi realizado estudo também sobre o setor da indústria. A partir disso foi possível identificar um empreendimento para o estudo de caso. O empreendimento ainda não possui sede, uma vez que está em fase estruturação. A proposta de estudo de caso foi apresentada para a organização de modo a auxilia-los nessa fase. O decisor do projeto é o dono da organização, visto que ele possui experiência principalmente em gestão de equipes. Juntamente com o decisor, por meio de reuniões, dentro de suas preferências e com orientação do analista foi estudada as alternativas para o estudo de caso. Da mesma forma foram definidos os critérios. Para escolher as alternativas e os critérios foram necessárias 3 reuniões com o decisor na mesma semana em meados de janeiro de 2019. De acordo com o problema apresentado o analista e autor deste trabalho definiu que o método a AHP seria o utilizado para este estudo. Definido o método, é necessário desenhar o modelo, juntamente com o decisor o analista através de entrevistas e questionários, foram necessárias 2 reuniões para desenha a árvore de atributos e estabelecer as performances dos critérios e das alternativas. A partir desse momento com o modelo

desenhado, as análises serão feitas com o auxílio de planilha eletrônica, para que possa ser apresentado ao decisor da organização.

3.3 Escolha do Método Multicritério

O método de análise hierárquica é um modelo capaz de analisar o problema em níveis, possibilitando uma visão global do problema e suas relações, as preferências do tomador da decisão e as variáveis envolvidas. Esse método tem como principal diferença a possibilidade de converter dados empíricos em modelos matemáticos, assim transformando as preferências e julgamentos do decisor em valores numéricos. Assim, permitindo comprar elementos diferentes e imensuráveis de forma consistente e racional. É um método compensatório, ou seja, auxilia no balanceamento do desempenho das alternativas e um método de ordenação, mostrando o desempenho das alternativas. Este trabalho visa auxiliar a escolha da localização das instalações de um oficina de manutenção automotiva, uma vez que o fechamento do aluguel dependerá de negociações que podem ser bem sucedidas ou não, a ordenação permite que o decisor possa ter outras opções analisadas.

3.4 Estruturação do Problema

O decisor planeja abrir a sua primeira oficina mecânica de troca de óleo lubrificante, filtro e manutenção básica de veículos. Desta forma, por ser um empreendimento novo, e exigir um investimento inicial considerado alto pelo decisor. Afim de otimizar seus recursos e conseguir um diferencial dentro das suas preferências, surge a necessidade de realizar um planejamento prévio e acertado, visando garantir maior chance de sucesso e economia de recursos. Um dos fatores importantes é a escolha do ponto comercial, onde o decisor pretende alugar o espaço na cidade de Mossoró – RN. O decisor com apoio do analista por meio de reuniões indicou os critérios e alternativas que serão apresentados na seção seguinte deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Definição dos critérios

Por meio de reuniões com o decisor, quando questionado o que seria importante com relação a instalações físicas e localização de um negócio, ele explanou alguns pontos que são considerados importantes ao utilizar serviços e principalmente com relação ao seu negócio por se tratar de manutenção de veículos. No quadro 12 estão apresentados seis critérios definidos pelo decisor.

Quadro 12: Quadro de Critérios

CÓDIGO	CRITÉRIO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA
C1	Tamanho do Local	Área construída do local	m ²	-
C2	Estacionamento	Número de vagas de estacionamento	und	-
C3	Concorrência Próxima	Número de oficinas diversas	und	-
C4	Zona Comercial	Distância do centro comercial	Km	-
C5	Aluguel	Valor mensal do aluguel	R\$	Mensal
C6	Segurança do Local	Número de homicídios	und	Anual

Fonte: Autor, 2019

O tamanho do local foi considerado um critério importante pelo decisor devido a necessidade de acomodar os equipamentos utilizados para realizar os serviços. Além disso, é fundamental comportar os carros em serviços e o escritório. O decisor considerou que a área de estacionamento é um fator diferencial nesse tipo de negócio, uma vez que há grande demanda e alta rotatividade de veículos e clientes nesses locais.

O critério concorrência próxima foi considerado importante pelo decisor, pois segundo ele, está inserido em um contexto relacionado ao setor automotivo poderia facilitar o relacionamento com fornecedores, concorrente e clientes, uma vez que a gestão de relacionamento pode ajudar o negócio a prosperar e facilitar as parcerias de trabalho.

Com relação ao valor do aluguel, o decisor estabeleceu o limite de R\$4.500,00 mensais que estava disposto a pagar, uma vez que já estava trabalhando no plano financeiro da organização. Isso funciona como uma restrição que auxilia na escolha das alternativas.

A segurança do local foi avaliada levando em conta o número de homicídios nas proximidades do local em que a alternativa se encontra, uma vez que na opinião do tomador da decisão isso pode afastar os clientes e prejudicar o negócio.

4.2 Identificação das Alternativas

As alternativas foram escolhidas pelo decisor com apoio do analista, por meio de reuniões, onde foi realizada a pesquisa de imóveis para aluguel em sites de imobiliárias da cidade de Mossoró de acordo com pontos comerciais disponíveis para aluguel.

Quadro 13: Tabela das Alternativas

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
C1	900m ²	744m ²	560m ²
C2	15 vagas	10 vagas	5 vagas
C3	3	2	1
C4	14 km	4 km	3,5 km
C5	R\$ 2.800,00/mês	R\$ 4.500,00/mês	R\$ 3.000,00/mês
C6	20	25	46

Fonte: Autor, 2019

A alternativa 1 é um ponto comercial com 900m² localizado a 14km do centro no bairro Vingt Rosado, possui 2 concorrentes próximos e aluguel mensal de R\$2.800,00 com espaço para estacionar até 15 veículos, não possui concorrentes próximos e em suas imediações teve 20 homicídios entre os anos de 2010 a 2013 conforme dados do ITEP apud Silva (2014).

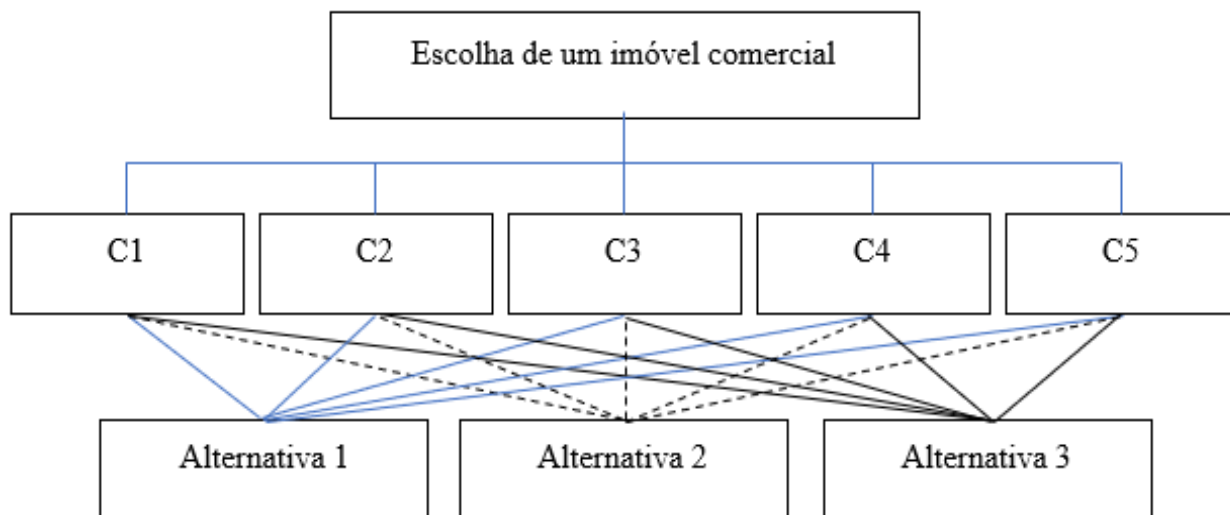
A alternativa 2 tem 744m² de área, conta com espaço para aproximadamente 10 vagas de estacionamento, com aluguel mensal de R\$4.500,00 situado na abolição e em suas redondezas tem 2 oficinas mecânicas, está a uma distância aproximada de 4km do centro comercial, entre os anos de 2010 e 2013 houve 25 homicídios em seus arredores de acordo com ITEP apud Silva (2014).

A alternativa 3 possui área de 560m² e aproximadamente 5 vagas para estacionar, localizado no aeroporto, apenas 1 concorrente próximo, seu aluguel mensal é de R\$3.000,00 e está a 3,5 km do centro, em suas imediações houve 46 homicídios segundo dados do ITEP apud Silva (2014) entre 2010 e 2013.

4.3 Estrutura Hierárquica

Com a finalidade de melhorar o entendimento foi desenvolvido o quadro 03 da estrutura hierárquica.

Quadro 14: Árvore de critérios



Fonte: Autor, 2019

No Quadro 14, está apresentado a relação dos critérios e das alternativas, no nível 0 está o objetivo, a escolha de um imóvel comercial, no nível 1 são apresentados os critérios e no nível 2 estão as alternativas. Este esquema hierárquico auxilia na compreensão e entendimento das relações de cada critérios em cada alternativa.

4.4 Aplicação do Método

A partir dos critérios definidos, o passo seguinte é a combinação binárias dos critérios, ou seja, compara a importância de um critério em relação a outro a partir do Quadro 04. Atribuindo a relação de importância relativa dos critérios uns nos outros, é possível obter a matriz de combinações binárias, exposta abaixo no Quadro 15.

Na matriz de comparação binária é possível observar a comparação de importância dos critérios, onde é atribuído o valor com base no Quadro 04, por exemplo, o critério 2 é levemente mais importante que o critério 1, dessa forma é preenchido todo o Quadro 15.

Quadro 15: Matriz de Comparação Binária dos Critérios

MATRIZ	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1,00	3,00	3,00	5,00	0,20	0,20
C2	0,33	1,00	3,00	3,00	0,14	0,20
C3	0,33	0,33	1,00	1,00	0,20	0,14
C4	0,20	0,33	1,00	1,00	0,20	0,14
C5	5,00	7,00	5,00	5,00	1,00	1,00
C6	5,00	5,00	7,00	7,00	1,00	1,00
TOTAL	11,87	16,67	20,00	22,00	2,74	2,69

Fonte: Autor, 2019

A partir da observação do Quadro 15 onde foram comparados par a par os critérios utilizando a escala de Saaty, percebemos que o critério “Tamanho do Local” (C1) é moderadamente mais importante que os critérios “Estacionamento” (C2) e “Concorrência Próxima” (C3), sendo também é fortemente mais importante que o critério “Zona Comercial”. Está classificação se dá pelo fato do decisor considerar para o melhor desempenho da organização o tamanho influenciará mais que esses outros critérios, da mesma forma que o critério “Valor do Aluguel” (C5) e “Segurança do Local” (C6) é fortemente mais importante que o critério tamanho, visto que o valor do aluguel será um fator limitante e já está dentro do plano financeiro do decisor, e o fato segurança ameaça a imagem da organização como também a integridade dos envolvidos na organização.

O critério “Estacionamento” (C2) é moderadamente mais importante que os critérios “Concorrência” (C3) e “Zona Comercial” (C4), uma vez que no ponto de vista do decisor a comodidade do cliente é preterível e seria mais interessante para a organização prezar pelo bem-estar do consumidor.

Os critérios “Concorrência Próxima” (C3) e “Zona Comercial” (C4) não foram considerados, mais importantes que nenhum outro critério, de maneira que do ponto de vista do decisor esses critérios podem facilitar a gestão de relacionamento, mas não necessariamente impactam diretamente na execução ou na percepção dos clientes.

O critério “Valor do Aluguel” (C5) foi considerado fortemente mais importante que os critérios “Tamanho do Local” (C1), “Concorrência Próxima” (C3) e “Zona Comercial” (C4) tendo em vista que o negocia se planeja para iniciar as atividades e todos os seus gastos devem ser analisados previamente e considerado no plano financeiro para que não acabe por desestruturar todo o planejamento. O critério C2 é muito fortemente mais importante que o

critério “Estacionamento” (C2) justamente por comprometer os gastos e implicar diretamente no futuro do negócio.

O critério “Segurança do Local” (C6) é fortemente mais importante que os critérios “Tamanho do Local” (C1) e “Estacionamento” (C2), conforme o tomador da decisão, de modo que não mesmo que exista estacionamento e um local grande, o fator segurança ainda seria um deficiência, sendo preferível um local menor e/ou sem estacionamento, mas que houvesse melhores condições de segurança. Pelo mesmo motivo o critério C6 foi considerado muito fortemente mais importante que os critérios “Concorrência Próxima” (C3) e “Zona Comercial” (C4), nesta avaliação o decisor também considerou para a percepção do cliente o fator segurança se destacaria em relação ao outros.

O passo seguinte para continuar a aplicação do método é o cálculo dos pesos relativos de cada critério para o objetivo global, o primeiro passo é realizado a normalização do Quadro 15.

A normalização se dá por meio da razão da importância atribuída a cada comparação realizada no Quadro 15 pelo total de cada coluna. O peso relativo será obtido, conforme exposto no Quadro 07, por meio da média aritmética dos valores de cada critério, como resultado desse processo tem-se o Quadro 16.

Quadro 16: Peso Relativo dos Critérios

MATRIZ	C1	C2	C3	C4	C5	C6	PESO
C1	0,08	0,18	0,15	0,23	0,07	0,07	13%
C2	0,03	0,06	0,15	0,14	0,05	0,07	8%
C3	0,03	0,02	0,05	0,05	0,07	0,05	4%
C4	0,02	0,02	0,05	0,05	0,07	0,05	4%
C5	0,42	0,42	0,25	0,23	0,36	0,37	34%
C6	0,42	0,30	0,35	0,32	0,36	0,37	35%
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Autor, 2019

No Quadro 16 é perceptível que o critério “Segurança” (C6) é o que mais influência sobre o objetivo global com 35%, seguido do critério “Valor do Aluguel” C5 com 34%, isso acontece justamente devido as escolhas do decisor priorizarem esses atributos. O critério “Tamanho do Local” (C1) tem pesos relativo equivalente a 13%.

O critério “Estacionamento” (C2) tem pesos de 8%, uma vez que para o decisor este é um diferencial competitivo, mas que não interfere diretamente na qualidade do serviço

prestado. Os critérios que têm menor poder de influência na meta global são “Concorrência Próxima” (C3) e “Zona Comercial” (C4), visto que para o decisor esses critérios estão atrelados a gestão de relacionamento, mas não diretamente ligado a percepção do cliente.

O passo seguinte envolve testar a coerência das respostas do decisor. Para obter o índice de coerência, é realizado o cálculo do $\lambda_{\max}$ que é base para obter o índice de coerência (IC).

No Quadro 17 estão apresentados a coluna “ $\lambda_{\max} W$ ” referente ao somatório do produto da importância de cada critério pelo peso de cada critério. Na coluna “Razão” estão a razão do “ $\lambda_{\max} W$ ” pelo peso de cada critério. O “ $\lambda_{\max}$ ” é a média aritmética dos valores da “Razão”

Quadro 17: Índice de Coerência Relativo.

$\lambda_{\max} W$	Razão
0,87	6,63
0,51	6,12
0,28	6,20
0,26	6,07
2,38	6,94
2,39	6,74
$\lambda_{\max}$	6,45

Fonte: Autor, 2019

O índice de coerência é calculado utilizando a Equação 1

$$IC = \frac{6,45 - 6}{6 - 1} = 0,09$$

Assim o índice de coerência (IC) é de 0,09. A taxa de consistência (RC) é calculada pela Equação 2, dessa forma é necessário consultar o Quadro 09 para obter o valor do índice de consistência aleatória (RI), onde para seis critérios o valor correspondente é de 1,24. Aplicando os dados na Equação 2 é possível calcular a razão global de coerência das informações prestadas.

$$RC = \frac{0,09}{1,24} = 0,07 = 7\%$$

Com a razão de coerência calculada, é visto que seu valor é menor que 10%, dessa forma passando pelo teste e sendo possível a continuação da aplicação do método.

O próximo passo é calcular a performance relativa das alternativas em comparação as outras em cada critérios, de maneira análoga ao realizado no Quadro 10 e Quadro 15. O processo consiste em atribuir valores com base no Quadro 04, comparando as alternativas par a par.

Quadro 18: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 1.

C1	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	3,00	5,00	63%
LOCAL B	0,33	1,00	3,00	26%
LOCAL C	0,20	0,33	1,00	11%
TOTAL	1,53	4,33	9,00	1,00

Fonte: Autor, 2019

A partir do Quadro 18 é possível observar com relação ao critério “Tamanho do Local” (C1), a alternativa “A” é moderadamente mais importante que a alternativa “B” e fortemente mais importante que a alternativa “C”, isso ocorre devido ao decisor preferir a alternativa “A”, pois dispõe de mais espaço. A alternativa “B” é moderadamente mais importante que a alternativa “C”. Assim, percebemos que a alternativa “A” no critério “C1” é preferível, seguida da alternativa “B” e depois pela alternativa “C”.

Quadro 19: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 2

C2	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	3,00	9,00	67%
LOCAL B	0,33	1,00	5,00	27%
LOCAL C	0,11	0,20	1,00	6%
TOTAL	1,44	4,20	15,00	1,00

Fonte: Autor, 2019

Com relação a critério “Estacionamento” a alternativa “A” é moderadamente mais importante que a alternativa “B” e absolutamente mais importante que a alternativa “C”. A alternativa “B” é fortemente mais importante que a alternativa “C”. Isso ocorre pelo fato do decisor dar preferência pela alternativa que tem maior número de vagas disponíveis para estacionar. A alternativa “A” no critério “Estacionamento” é a mais indicada, a segunda indicada é a alternativa “B” e terceira e última é a alternativa “C”.

Quadro 20: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 3

C3	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	3,00	5,00	62%
LOCAL B	0,33	1,00	0,33	14%
LOCAL C	0,20	3,00	1,00	24%
TOTAL	1,53	7,00	6,33	1,00

Fonte: Autor, 2019

No critério “Concorrência Próxima” (C3) novamente a alternativa “A” se destaca com relação a alternativa “C” e “B”. A alternativa “A” é moderadamente mais importante que a alternativa “B” e fortemente mais importante que a alternativa “C”. A alternativa “C” é moderadamente mais importante que a alternativa “B”.

Quadro 21: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 4

C4	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	0,14	0,14	7%
LOCAL B	7,00	1,00	0,33	31%
LOCAL C	7,00	3,00	1,00	62%
TOTAL	15,00	4,14	1,48	1,00

Fonte: Autor, 2019

Para o critério “Zona Comercial” a alternativa “C” é muito fortemente mais importante que a alternativa “A” e moderadamente mais importante que a alternativa “B”, isso acontece pelo local “C” ter o maior número de oficinas mecânicas próximo. A alternativa “B” é muito fortemente mais importante que a alternativa “A”. No critério “zona comercial” a alternativa “C” é a preterível, seguida da alternativa “B” e “A”, respectivamente.

Quadro 22: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 5

C5	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	5,00	3,00	63%
LOCAL B	0,20	1,00	0,33	11%
LOCAL C	0,33	3,00	1,00	26%
TOTAL	1,53	9,00	4,33	1,00

Fonte: Autor, 2019

O Quadro 12, mostra o desempenho das alternativas com relação ao critério “Valor do Aluguel”. A alternativa “A” é fortemente mais importante que a alternativa “B” e moderadamente mais importante que a alternativa “C”, enquanto a alternativa “C” é moderadamente mais importante que a alternativa “B”. Dessa forma a alternativa “A” é a mais indicada neste critério, seguida da alternativa “C” e posteriormente pela “B”, isso ocorre uma vez que o decisor dá preferência ao valor do aluguel mais baixo.

Quadro 23: Matriz de Performance Relativa das Alternativas no Critério 6

C6	LOCAL A	LOCAL B	LOCAL C	SCORE
LOCAL A	1,00	7,00	9,00	80%
LOCAL B	0,14	1,00	1,00	11%
LOCAL C	0,11	1,00	1,00	10%
TOTAL	1,25	9,00	11,00	1,00

Fonte: Autor, 2019

No critério “Segurança do Local” a alternativa “A” é muito fortemente mais importante que a alternativa “B” e absolutamente mais importante que alternativa “C”, enquanto as alternativas “B” e “C” foram consideradas igualmente importantes. Dessa forma, a alternativa “A” é preferível em relação a “B” e “C”.

O próximo passo é organizar a matriz de desempenho global das alternativas nos critérios, para isso é utilizado o “score”. O “score” das alternativas em cada critério é cálculo da mesma forma que os pesos dos critérios no Quadro 16. Inicialmente é realizada a normalização, feito por meio da normalização, depois é obtida a média aritmética dos valores de cada alternativa em cada critério.

No Quadro 24 está apresentado o resumo do desempenho das alternativas nos critérios, ou seja, o score das alternativas.

Quadro 24: Matriz de Performance Global

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
LOCAL A	0,63	0,67	0,62	0,07	0,63	0,80
LOCAL B	0,26	0,27	0,14	0,31	0,11	0,11
LOCAL C	0,11	0,06	0,24	0,62	0,26	0,10

Fonte: Autor, 2019

A partir da matriz de performance global, Quadro 24, é possível calcular a pontuação final de cada alternativa. O resultado é obtido pelo somatório do produto das performances das alternativas contidas no Quadro 24 pelos pesos dos critérios contidos no Quadro 16.

Quadro 25: Pontuação Final

LOCAL	PONTUAÇÃO
LOCAL A	0,67
LOCAL B	0,15
LOCAL C	0,18

Fonte: Autor, 2019

Como mostra os resultados do Quadro 25, a melhor a alternativa é a “A”, que mostrou bom desempenho em cinco dos seis critérios analisados. O local “A”, conforme as preferências do decisor, o melhor tamanho de local para seu negócio, muitas vagas de estacionamento que o tomador da decisão considera um diferencial atrativo para os cliente, tem um bom número de concorrentes próximo, que para o decisor pode facilitar o relacionamento, o valor do aluguel desta alternativa está dentro do limite estabelecido, além disso é o local considerado mais seguro. A alternativa “C” é o segundo colocado seguida da alternativa “B” com pontuações parecidas.

Dessa forma, a recomendação do analista é de acordo com os critérios avaliados, as ordens de preferência do decisor e as alternativas analisadas, o melhor local a ser escolhido para instalar a nova empresa é o Local A. A segunda opção, para o caso de ocorrer imprevistos como o aluguel do Local A, seria o Local C e por fim, o Local B.

4.2 Análise de Sensibilidade

Com a finalidade de corroborar a indicação acima, foi realizada uma análise de sensibilidade, onde foi alterado alguns parâmetros para verificar o comportamento da modelagem.

Considerando que o critério “Tamanho do Local” (C1) tem igual importância que o critério “Concorrência Próxima”, as informações prestadas pelo decisor continuam consistentes com valor aproximado de 9,44% e obtido resultado final mostrado no Quadro 26.

Quadro 26: Teste Sensibilidade 1

LOCAL	PONTUAÇÃO
LOCAL A	0,66
LOCAL B	0,15
LOCAL C	0,19

Fonte: Autor (2019)

O Quadro 26 mesmo quando o critério “tamanho do local” e “concorrência próxima” tem igual importância o resultado não sofre grandes alterações quando comparamos o Quadro 26 com o Quadro 25.

Agora considere que o critério “Valor do Aluguel” é moderadamente mais importante que o critério “segurança do local”, as respostas do decisor continuam consistentes.

Quadro 27: Teste de Sensibilidade 2

LOCAL	PONTUAÇÃO
LOCAL A	0,65
LOCAL B	0,15
LOCAL C	0,20

Fonte: Autor (2019)

Analisando o Quadro 27, é perceptível que os valores pouco se alteram, desse modo a alternativa “A” ainda é a preferível com base nas preferencias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de caso apresentou uma metodologia com base no método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) capaz de mostrar em ordem de preferências as alternativas para escolha de ponto comercial.

No primeiro nível hierárquico é possível observar que os critérios segurança, valor do aluguel e tamanho do local, respectivamente, se destacam dos demais critérios. Quando analisamos o nível 2 da hierarquia observa-se que a alternativa “A” tem a melhor performance nos critérios tamanho do local, estacionamento, concorrência próxima, valor do aluguel e segurança, tendo um desempenho baixo apenas no critério zona comercial por estar afastado do centro da cidade.

A metodologia utilizada neste trabalho baseada no AHP apresentou um bom desempenho no auxílio à solução do problema proposto, além disso a possibilidade de hierarquização torna esta método compreensível, inclusive para o tomador da decisão. No decorrer do trabalho não houve dificuldade em entrevistar o decisor, tampouco na compreensão do que lhe foi apresentado.

A possibilidade de verificar a consistência das respostas é um diferencial deste método, garantindo a qualidade das avaliações realizadas. Um ponto negativo é a possibilidade de avaliação dessa consistência apenas das respostas, não permitindo analisar se as opiniões do decisor são adequadas ao contexto apresentado.

É importante atentar para o fato de que a escolha de um ponto comercial, apesar de ser um contexto muito simples, vai além da aplicação e utilização de um método, depende também das relações de negociações para fechar o negócio, como também de fatores como legislação e políticas locais.

Para finalizar, este trabalho pode ser usado por outros estudantes como base para execução de trabalhos acadêmicos com mesma abordagem ou para complementá-lo, como por exemplo aplicação de outro método ou de novas alternativas e critérios, e também utilizado pela empresa para futuramente implementar novas filiais ou mudanças de local.

REFERÊNCIAS

- CASOTTI, B. P.; GOLDENSTEIN, M. **Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**. BNDES Setorial, n. 28, p. 147-188, Rio de Janeiro, 2008.
- BANZZATTO, A. C. **Setor automotivo: Implantação na região metropolitana de Curitiba – Um estudo de caso**. UFSC, Florianópolis, 2001.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. **Guias de Tendências: Serviços automotivos**. Brasília, 2015.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. **5 anos: microempreendedor individual – MEI: Um fenômeno de inclusão produtiva**. Brasília, 2015.
- FREITAS, A. **A Qualidade em Serviços no Contexto da Competitividade**. Revista Produção Online, Florianópolis – SC, v. 5, n. 1, 2005.
- RODRIGUES, A., BOWERS, J. **The role of system dynamics in project management**. International Journal of Project Management, v.14, n.4, p.213-220, 1986.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- GOMES, E.G. & LINS, M.P.E. (1999). **Integração entre sistema de informação geográfica e métodos de análise multicritério no apoio à decisão espacial**. Anais do XXXI SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Juiz de Fora – MG, 1999.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus-ABEPRO: 2012
- PEINADO, J., & GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- DIAS, R. S.; SANTOS, J. A. N. **Serviços internos: a qualidade dos serviços avaliada pelos clientes internos**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 5., Niterói, RJ, 2009.
- OLIVEIRA, O. J. *et al.* **Gestão da Qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 243 p.
- RENESTO, C. **Qualidade em Serviços**. Instituto Catarinense de Pós-Graduação, Santa Catarina, n. 14, 2008.
- CORRÊA, C. A., & CORRÊA, H. L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços- uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo, Cengage Learning, 2008.

LOPES, Y. G.; ALMEIDA, A. T. **Enfonce multicritério para a localização de instalações de serviço: aplicação do método SMARTER**. Universidade Federal de Pernambuco. S&G Revista Eletrônica. v. 3, p. 114-128, Recife, 2008.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 3 ed. São Paulo, Pioneira, 2002.

TRIANANTAPHYLLOU, E. **Multi-criteria decision making methods: a comparative study**. New York: Springer, 2002.

GOMES, L. F. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de decisão gerencial: o enfoque multicritério**, 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Atlas, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Frota de veículos**. Mossoró, 2018.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **Avaliação multicritério para adequação de sistemas de redução de perdas de água**. Encontro nacional de engenharia de produção: Anais. 22, 2002.

ALMEIDA, A. T. **A utilização de métodos multicritério de apoio à decisão**. Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio à Decisão. Recife: Universitária UFPE, p. 1-12, 2003.

VINCKE, P., **Multicriteria decision-aid**, Wiley, 1992

GOMES, L.F.A.M.; GONZALEZ ARAYA, M.C. & CARIGNARO, C. **Tomada de Decisões em Cenários Complexos**. Ed. Thompson, São Paulo, 2004.

PARREIRAS, R. O. **Algoritmos evolucionário e técnicas de tomada de decisão em análise multicritério**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2006.

ALMEIDA, A. T. de. **O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**, 2ª. Edição, Editora Universitária, Recife, 2011.

LIEGGIO JUNIOR, M.; GRANEMANN, S. R.; Souza, O. A. **Aplicabilidades da análise multicritério às problemáticas de decisão no transporte rodoviário de produtos perigosos: uma perspectiva teórica**. Journal of Transport Literature. Vol. 6, n.2, p. 197-217, Brazilia, 2012

ALMEIDA, A.T. de; MORAIS, D. C.; COSTA, A.P.C.S; Alencar, L. H; Daher, S.F.D, **Decisão em Grupo e Negociação: Métodos e Aplicações**, Editora Atlas, 2012

BHUSHAN, N.; RAI, K. **Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process**. New York: Springer, 2004.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S.; **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – Um estudo de caso.** XLI SBPO – Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, 2009

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S.; **Planejamento sistemático de layout com o apoio de análise de decisão multicritério.** Produção, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão abordagens: AHP e MACBETH.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1995.

VARGAS, R. V. **Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio.** PMI Congresso Global, EUA, 2010.

SAATY, T. L. **Relative measurement and its generalization in decision making: why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors - the analytic hierarchy/network process.** Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics, 2008

BARBATO, C. M. L.; RAIA, A. A.; **Percepção de Segurança de Trânsito em PGV-Escola Usando Ferramenta Multicritério.** XXIV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Bahia, 2010.

SAATY, T. L. **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks.** Pittsburgh: RWS Publications, 2005.

ROY, B., **Multicriteria methodology for decision aiding,** Springer, 1996

SILVA, C. S. P. **Levantamento e espacialização da criminalidade urbana do município de Mossoró-RN.** Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Mossoró, RN, 2014.