

EDILACY DA SILVA SAMPAIO

**Análise multicritério de alternativas de um novo curso superior
em instituição de ensino tecnológico**

Edilacy da Silva Sampaio

**Análise multicritério de alternativas para um novo curso superior
em instituição de ensino tecnológico**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Faculdade de Engenharia, Campus Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Valério A. P. Salomon

S192a	Sampaio, Edilacy da Silva Análise multicritério de alternativas de um novo curso superior em instituição de ensino tecnológico / Edilacy da Silva Sampaio. – Guaratinguetá, 2018. 112 f : il. Bibliografia: f. 95-103 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. Valério Antônio Pamplona Salomon 1. Processo decisório por critério múltiplo. 2. Ensino superior. 3. Ensino técnico I. Título. CDU 65.012.4 (043)
-------	--

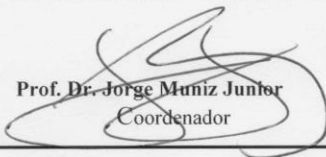
Pâmella Benevides Gonçalves
Bibliotecária/CRB-8/9203

EDILACY DA SILVA SAMPAIO

**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”**

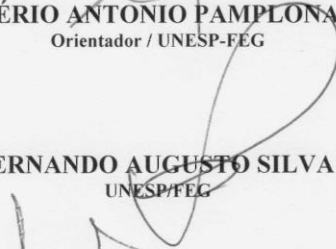
**PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO: MESTRADO PROFISSIONAL**

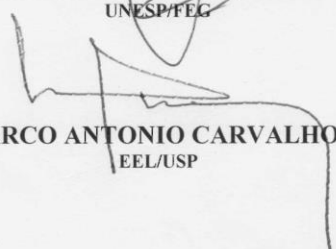
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Jorge Muniz Junior
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


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


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
UNESP/FEG


Prof. Dr. MARCO ANTONIO CARVALHO PEREIRA
EEL/USP

Outubro de 2018

DADOS CURRICULARES

Edilacy da Silva Sampaio

NASCIMENTO	28.01.1981 – Boa Vista /RR
FILIAÇÃO	Edilson Lopes da Silva Neuraci do Socorro Rosário Silva
2006/2009	Graduação em Licenciatura em Matemática Universidade Federal de Roraima
2012/2012	Especialização em Metodologia do Ensino de Matemática e Física Centro Universitário- UNINTER
2014/2015	Especialização em Coordenação Pedagógica Universidade Federal de Roraima

Dedico este trabalho de modo
especial, à minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos,

Aos meus filhos *Márson Rhaynan e Mackson Rhayan*, pelos momentos de ausência em decorrência das idas e vindas a São Paulo.

Ao meu esposo *Marcos Goiana Sampaio*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivou aos meus estudos.

Ao Instituto Federal de Roraima juntamente com a UNESP oportunizaram esse mestrado com intuito de promover qualificação aos servidores.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Valério A.P. Salomon* que jamais deixou de me incentivar. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

À FAPESP, pois essa pesquisa de Mestrado Profissional faz parte do projeto de pesquisa “Solução de Problemas discretos com aplicação de métodos de decisão multicritério” coordenado pelo *Prof. Dr. Valério A.P. Salomon*, com o auxílio da Fundação de Amparo à pesquisa do estado de São Paulo, processo FAPESP 2017/22963-6.

RESUMO

Avanços na tecnologia e maior facilidade na obtenção de informação impõem que as instituições de ensino ampliem o oferecimento de cursos. Ou seja, tem-se a necessidade de criar novos cursos para atender novos mercados de trabalho. Este trabalho tem como objetivo apresentar como uma instituição de ensino tecnológico, localizada na região norte, pode escolher um novo curso a ser implantado em um dos seus campi. Cinco alternativas foram consideradas. Para auxiliar na tomada de decisão, aplicou-se o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Assim, com o método AHP foi possível comparar os cursos, resultando no curso de Bacharelado em Zootecnia como a melhor alternativa.

PALAVRAS-CHAVE: AHP. Ensino superior. Ensino tecnológico. Tomada de decisão.

ABSTRACT

Advances in technology and greater ease in obtaining information require that educational institutions expand the offering of courses. That is, there is a need to create new courses to meet new labor markets. This work aims to present as a technological teaching institution, located in the northern region, can choose a new course to be implanted in one of its campuses. Five alternatives were considered. To assist in decision making, the AHP (Analytic Hierarchy Process) method was applied. Thus, with the AHP method it was possible to compare the courses, resulting in the Bachelor of Animal Science course as the best alternative.

KEYWORDS: Analytic hierarchy process. Higher education. Technological teaching. Decision making.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução das publicações ano a ano	19
Figura 2 – Evolução das publicações métodos de decisão multicritérios na educação	20
Figura 3 – Fluxograma	22
Figura 4 – Evolução de publicação do AHP	22
Figura 5 – Evolução de publicação do AHP na educação	23
Figura 6 – Estrutura de decisão com três níveis hierárquicos	26
Figura 7 – Modelo de Matriz de Prioridades de Critérios	27
Figura 8 – Estrutura hierárquica	34
Quadro 1 – Classificação de alguns métodos de pesquisa	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala fundamental de números absolutos	26
Tabela 2– Valores de RI para Matrizes quadradas de ordem n, segundo Saaty	28
Tabela 3 – Julgamento do grau de importância dos critérios	35
Tabela 4 – Priorização do critério infraestrutura	36
Tabela 5 – Priorização do critério produção local	37
Tabela 6 – Priorização do critério corpo docente	37
Tabela 7 – Priorização do critério regulamentação do curso	37
Tabela 8 – Matriz de decisão	38
Tabela 9 – Vetor de decisão	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA.....	11
1.2	OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	12
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	IMPLANTAÇÃO DE UM CURSO SUPERIOR.....	14
2.2	EDUCAÇÃO SUPERIOR NO BRASIL.....	14
2.2.1	Infraestrutura	16
2.2.2	Corpo docente.....	16
2.2.3	Produção local	16
2.2.4	Regulamentação do curso superior	17
2.3	MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	17
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA	21
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	21
3.2	ANALYTIC HIERARCHY PROCESS	24
3.2.1	Aplicação do AHP no ensino superior e gestão pública.....	24
3.2.2	Forma de aplicação do AHP.....	25
3.2.3	Justificativa pela escolha do AHP	28
4	ANÁLISE MULTICRITÉRIO	33
4.1	APRESENTAÇÃO DO OBJETO	33
4.2	APLICAÇÃO	35
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
5	CONCLUSÕES	39
5.1	VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO DOS OBJETIVOS E RESPOSTA À QUESTÃO DE PÉSQUISA.....	39
5.2	SUGESTÕES PARA A CONTINUAÇÃO DO TRABALHO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA

A implantação de um curso de graduação não é um desafio novo nas instituições de ensino. De acordo com o artigo nº 53 da lei 9394/96, lei de Diretrizes e Bases da Educação, às universidades são asseguradas, no exercício de sua autonomia, de criar, organizar e extinguir cursos de graduação, obedecendo às normas legais (BRASIL, 1996).

A escolha de um curso para ser implantado em uma instituição pode ser influenciada por diversos fatores: mercado de trabalho, estrutura física, matriz curricular, duração do curso, turno do curso, profissionais do curso, o perfil e características. Esses são apenas alguns fatores elencados que devem ser bem analisados pelos interessados das instituições de ensino. Segundo Costa et al. (2014) o processo de escolha de novos cursos é extremamente importante e deve levar em conta diversos critérios, como a estrutura da instituição, a procura pelo curso, as necessidades da região, os benefícios que o curso irá proporcionar para a sociedade, entre outros.

Para ofertar um novo curso, os gestores precisam ter uma visão sistêmica do que acontece na sua esfera administrativa, pois uma decisão errada pode ocasionar sérios problemas para instituição, podendo levar à evasão escolar. Para Gomes et al. (2009), a tomada de decisões complexas é uma tarefa difícil, pois quase sempre tais decisões devem atender a múltiplos objetivos, e frequentemente seus impactos não podem ser corretamente identificados. Para Costa et al. (2014), assim como acontece em diversas empresas, as universidades também deveriam utilizar ferramentas capazes de auxiliar o processo decisório, a fim de analisar criteriosamente as opções antes de criar um novo curso de graduação em determinada região.

Segundo Besteiro et al. (2009), decidir pela escolha acadêmica de maneira rápida pode ser desastrosa e demorar muito pode significar perda de oportunidades. Para orientar os gestores nesse ato, será utilizado o método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP), cujo objetivo é auxiliar as pessoas na tomada de decisões complexas. Mais do que determinar qual a decisão correta, o AHP ajuda as pessoas a selecionar e a justificar a sua escolha (SALOMON, 2010).

Neste contexto, a questão de pesquisa que motivou o desenvolvimento deste trabalho foi: Qual seria o curso mais indicado para implantação em um campus de uma instituição de ensino tecnológico, localizada na região norte?

1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Apresentar como uma instituição de ensino tecnológico, localizada na região norte, pode escolher um novo curso a ser implantado em um dos seus campi.

Os objetivos específicos incluem:

- Identificar os múltiplos critérios para escolha do novo curso, de acordo com a realidade específica da instituição de ensino estudada.
- Averiguar as alternativas de cursos.
- Aplicar um método de multicritério, por exemplo, o AHP, avaliando a aplicação do método quanto à eficiência e eficácia.

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR) tem-se como missão promover formação integral, articulando ensino, pesquisa e extensão, em consonância com os arranjos produtivos locais, sociais e culturais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (PDI, 2014 a 2018). No Campus Novo Paraíso (CNP) há apenas o ensino médio técnico. O CNP possui localização estratégica que dá acesso a seis municípios no interior do sul do estado de Roraima.

A escolha de um novo curso não é uma tarefa fácil, pois, o curso superior deve ser voltado para atender as necessidades dessa região que trará bastantes benefícios, tais como: desenvolvimento econômico, educação de qualidade, incrementos nos investimentos de infraestrutura etc.

O censo de ensino superior aponta 40 institutos federais com cursos de graduação, sendo a maioria nas cidades com boa infraestrutura (MEC, 2010). O censo também relata sobre o crescimento de universitários na década de 2000. No Brasil há mais de 6 milhões de universitários: 6,3 milhões em cursos de graduação e 173 mil na pós-graduação (MEC, 2014).

A educação superior desempenha na sociedade um papel importante ao formar profissionais com desenvolvimento do espírito científico e pensamento reflexivo (BRASIL, 1996). Esta formação irá auxiliá-los no mercado de trabalho, transformando as suas vidas e a dos outros cidadãos. Logo, as decisões que envolvam o ensino superior devem ser tomadas de maneira cautelosa, a fim de não prejudicar a educação.

Esta pesquisa contribuirá com os gestores do IFRR ou com qualquer instituição que precisa de suporte para tomada de decisão. E, também poderá contribuir cientificamente para trabalhos futuros.

Essa pesquisa terá como análise apenas um campus de uma instituição de ensino tecnológico do estado de Roraima. Porém, a abordagem multicritério e a análise dos resultados podem ser generalizados.

Outra limitação desta pesquisa está associada ao número de especialistas. Para o caso em questão, foram considerados os critérios representativos pelo futuro coordenador do curso de graduação e a diretora de ensino.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em mais quatro capítulos, além das referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste texto, como segue:

- **Capítulo 2** - Contempla os temas implantação de um curso superior, educação superior no Brasil e os métodos de decisão multicritérios.
- **Capítulo 3** - Apresenta a classificação da pesquisa, suas etapas e considerações referentes ao método utilizado, como utilização e fases de execução.
- **Capítulo 4** - Apresenta o objeto da pesquisa, aplicação do AHP e análise dos resultados.
- **Capítulo 5** - Apresenta as conclusões gerais e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMPLANTAÇÃO DE UM CURSO SUPERIOR

A implantação de um novo curso superior é um processo amplo, pois deve passar por diversas etapas, tais como: o processo de avaliação de IES (instituição de ensino superior) e de avaliação de cursos para efeito de reconhecimento ou renovação pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Nacionais). E todo esse processo está amparado no Decreto 5.773 de 9 de maio de 2006, que dispõe sobre o exercício de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior no sistema federal de ensino.

A implantação de um curso superior em qualquer universidade, seja ela pública ou privada, deve contar com as experiências dos gestores, recursos financeiros, conhecimento da sua comunidade onde vai ser criado etc. No caso dos campi do interior, deve-se verificar a estrutura que tem na região, assim como suas características. Para Costa et.al (2014), a criação de um novo curso superior deve ser bem avaliada pelos gestores e todas as opções envolvidas nesse processo devem ser analisadas cuidadosamente, para que uma escolha mais acertada seja feita. Ref, ano

Nas regiões bem afastadas das grandes cidades, onde serão implantados os cursos de nível superior, pode ser bem representativo para seu desenvolvimento econômico. Sendo que as universidades, como instituições de ensino, pesquisa e extensão tem a função de ajudar nesse processo de desenvolvimento. Para Oliveira (2014), o conjunto de suas atividades passa a dar origem a uma força de atração de consumidores e empresas, contribuindo para gerar um crescimento econômico-social local/regional. Menezes Filho (2007) e Franco (2008), evidenciam que educação de qualidade impacta várias dimensões econômicas e sociais, tais como: desenvolvimento local e crescimento econômico. As Instituições de Ensino Superior têm caráter vital não somente na formação de recursos humanos, mas também na geração de conhecimentos técnico-científicos para o desenvolvimento sócio-econômico (LAIANE et.al, 2016).

2.2 EDUCAÇÃO SUPERIOR NO BRASIL

No Brasil, a procura por cursos superiores vem crescendo significativamente, principalmente nas regiões em desenvolvimento. Pois com o avanço da informação, tem-se a necessidade de qualificar mão de obra para o mercado de trabalho. Para Oliveira (2014) as

universidades contribuem com a qualificação de mão de obra, promovendo o desenvolvimento e a oferta de serviços qualificados, que seriam difíceis de dinamizar a nível local sem o ensino superior.

Num mundo cada vez mais competitivo no qual as economias exercem um papel essencial junto às sociedades e aos estados, formar pessoas para melhor qualificá-las e torná-las inseridas em um mercado global no qual os lugares e as regiões assumem a função de dirigirem o desenvolvimento econômico, o motor alavancado pela educação superior possui o papel de colaborar para a promoção do crescimento, não apenas econômico, mas social e cultural (OLIVEIRA, 2014).

A Constituição Federal Brasileira de 1988, garante aos cidadãos o direito à educação, à saúde, ao trabalho, à moradia, ao lazer, à segurança, à previdência social, à proteção, à maternidade e à infância e a assistência aos desamparados como direitos sociais para a promoção do bem-estar social. A LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), garante que a educação é um direito de todos e especifica os princípios sob os quais o ensino será ministrado. Atribui tanto à família quanto ao estado a obrigação com a educação, cujo objetivo é pleno desenvolvimento do estudante, sua preparação para o exercício e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

No ano de 2001, foi aprovada a Lei n. 10.172, que institui o Plano Nacional de Educação (PNE), tendo seus objetivos, bem delineados, pretendendo ver concretizada a elevação global do nível de escolaridade da população, com a melhoria da qualidade do ensino em todos os níveis; busca a redução das desigualdades sociais e regionais no tocante ao acesso e à permanência, com sucesso na educação pública; e a democratização da gestão do ensino público, nos estabelecimentos oficiais, obedecendo aos princípios da participação dos profissionais da educação na elaboração do projeto pedagógico da escola e da participação das comunidades escolar e local em conselhos escolares ou equivalentes (PNE, 2001).

O Plano de Desenvolvimento da Educação foi lançado em 2007 e tem como finalidades: “reverter o atual quadro educacional brasileiro, atendendo às demandas da educação superior”, alicerçando-se nos seguintes princípios complementares entre si: a expansão de oferta de vagas; a garantia de qualidade; a promoção de inclusão social pela educação; a ordenação territorial (podendo ser local, regional ou nacional), permitindo que o ensino de qualidade seja acessível às regiões mais remotas do país; e o desenvolvimento econômico e social (PDE, 2008).

Fica evidente que o ensino superior pode contribuir para o desenvolvimento econômico de uma região, podendo assim qualificá-los a comunidade para o mercado de trabalho.

Para a análise da implantação do novo curso superior da instituição abordada foram levados em consideração 4 critérios considerados importantes pelo futuro coordenador do curso de graduação, são eles: infraestrutura, corpo docente, produção local, e regulamentação do curso. Os critérios citados foram considerados relevantes para a tomada de decisão do futuro coordenador da instituição em estudo.

2.2.1 Infraestrutura

Para Silva *et al.* (2009) o espaço físico escolar é muito importante para os alunos, visto que eles passam parte de sua vida presente neste ambiente e não apenas para serem educados, mas também para aprenderem a se socializar. Para Vieira (2001) a estrutura e o funcionamento de uma instituição de ensino dizem respeito à organização do sistema escolar, estrutura se refere aos prédios, instalações físicas, como bibliotecas, laboratórios, sala de aula, quadra, banheiro, etc. Para Neto *et al.* (2013), promover a educação requer a garantia de um ambiente com condições para que a aprendizagem possa ocorrer. É importante proporcionar um ambiente físico, aqui denominado infraestrutura escolar, que estimule e viabilize o aprendizado, além de favorecer as interações humanas.

2.2.2 Corpo docente

Segundo pesquisa de Albuquerque (2010) sobre as características do professor eficaz, tanto na perspectiva do aluno como também do professor, o conhecimento específico é apontado como relevante, sendo que esta incorpora dimensões como domínio de proveniente da experiência do docente. Para a instituição em análise, a experiência é proveniente da atuação no mercado de trabalho, comprovando domínio do conteúdo por meio de conhecimentos práticos. Perrenoud (2000) ressalta que o perfil do professor no novo modelo de ensino, mais flexível e dinâmico, é considerado como uma variável importante nas propostas pedagógicas formuladas para o sistema de ensino brasileiro.

2.2.3 Produção local

Relacionada com a cultura, a história, as oportunidades e as restrições geográficas e ecológicas, a agricultura possibilita meios para que os trabalhadores rurais tornem sustentável seu modelo de *labore*, com vistas a melhorar a condição de vida dos indivíduos envolvidos no

processo (JÚNIOR, 2007). De acordo com Oliveira (2013), a educação é um indutor do crescimento econômico sustentável do progresso de um país.

2.2.4 Regulamentação do curso superior

Para implantação do ensino superior, as instituições de ensino devem atender as políticas públicas de educação estabelecidas pelo MEC. Para Flores et al. (2026), as políticas públicas educacionais de expansão da educação superior no Brasil se deram pelo menos em três momentos importantes: a) a aprovação pelo Congresso Nacional da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1996; b) o lançamento do Plano Nacional da Educação (PNE), 2001; e c) Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). No caso de uma instituição pública federal, deverá estar regulamentada em seu plano de desenvolvimento institucional (PDI).

2.3 MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Os métodos de decisão multicritério vêm proporcionando inúmeros benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento do mundo real, principalmente na área de gestão. Para Brioso et al. (2015), particularmente, torna-se interessante para o setor público, no qual seus gestores têm que tomar decisões para a sociedade como um todo, sem a priorização de um determinado grupo, abrindo a possibilidade da decisão ser mais participativa, contemplando diferentes interesses.

De acordo com Brioso et al. (2015), a construção esquemática para a resolução de um problema multicritério de tomada de decisão inicia-se com a definição do problema, a identificação das restrições, os critérios e, por fim, as alternativas a serem avaliadas e selecionadas pelo tomador de decisão. Isto ocorre por meio do cruzamento dos critérios com as alternativas e dos critérios com o objetivo final.

O problema em questão será resolvido com métodos de decisão na avaliação de múltiplas alternativas e na indicação da melhor entre elas em ordem de prioridade.

Os métodos de decisão multicritério têm aplicações em diversas áreas do conhecimento. Destacam-se: finanças, logística, indústria química, gerenciamento de energia, gerenciamento de recursos naturais, aplicações na administração pública, na medicina, agricultura, área da educação e outros (BEHZADIAN et al., 2009).

Métodos multicritérios para tomada de decisão podem ser utilizados para diferentes escolhas, como para operações estratégicas de mercado, processo e *design* de produto, planejamento e programação de recursos e gerenciamento da cadeia de suprimentos (SUBRAMANIAN e RAMANATHAN, 2012); para a seleção de qual produto agrícola plantar (Silva et al., 2006); para a seleção de fornecedores (TRAMARICO et al. 2012; Deng et al. 2014); para a decisão entre a terceirização ou internalização de atividades (REIS et al., 2013); e até mesmo para a escolha da escola em que seu filho pode estudar (SAATY, 1991).

De acordo com Yazdani et al. (2017), Oliveira e Salomon (2017) e Saaty e Ergu (2015) numerosos métodos de decisão multicritério têm sido propostos nas últimas décadas, considerando informações sobre a medição de prioridades dos critérios tangíveis ou intangíveis conflitantes e também com objetivo de permitir a avaliação das melhores alternativas para uma decisão.

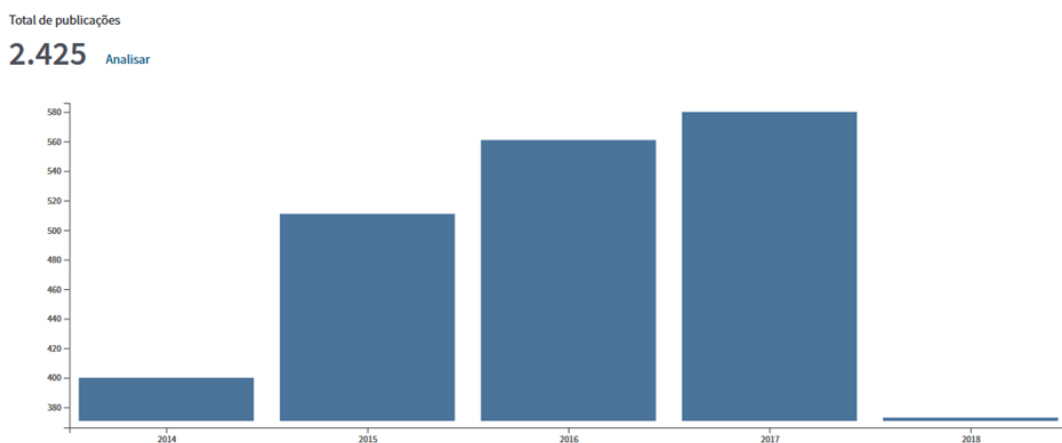
Para a resolução de problemas que abrangem múltiplos critérios, existem diversos métodos tais como AHP, PROMETHEE, ELECTRE, MACBETH, TOPSIS e TODIM (RODRIGUES et al., 2001). Seguem alguns dos principais métodos de decisão, em ordem alfabética:

- O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) realiza comparações de pares para medir a importância relativa de elementos em cada nível da hierarquia e avalia alternativas no nível mais baixo da hierarquia, a fim de tomar a melhor decisão entre várias alternativas, detalhes expressos em Saaty (2013).
- O *Analytic Network Process* (ANP), segundo Yang e Tzeng (2011), foi proposto para superar o problema de dependência entre critérios ou alternativas do AHP.
- O *Elimination and Choice Translating Reality* (ELECTRE) tem por finalidade escolher as alternativas que são preferidas pela maioria dos critérios e não causam qualquer nível de descontentamento para nenhum dos critérios analisados. De acordo com Mary e Suganya (2016) o método requer a avaliação de dois índices, o índice de concordância e o índice de discordância, definidos para cada par de alternativas.
- O *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH), para Kundakci e Işık (2016), é usado para estabelecer um modelo quantitativo de valores. Evita que os tomadores de decisão produzam representações numéricas diretas de suas preferências e ajuda a determinar a classificação das alternativas, com base no valor agregado da atratividade relativa ponderada das alternativas em relação aos critérios de decisão.

- No *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT), para Majumdar *et al.* (2017), o nível de satisfação de cada atributo é caracterizado pela função de utilidade única. A função de utilidade única é determinada caracterizando as melhores e piores circunstâncias de cada atributo. A forma funcional da função de utilidade é descrita por formas lineares e exponenciais que são obtidas através da realização de entrevistas, pesquisas ou desenho.
- O *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations* (PROMETHEE) é um método de superação que primeiramente compara pares de alternativas em cada critério. Para Zhaox e Min (2010), o método induz a função preferencial para descrever a diferença de preferência entre pares de alternativas em cada critério.
- O *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) foi criado para selecionar a melhor escolha com a distância euclidiana mais curta e a distância euclidiana mais distante. Segundo Wang *et al.* (2016) o método trabalha com ordem de preferência, onde o ponto positivo ideal é aquele que maximiza os atributos de maximização e minimiza os atributos de minimização, enquanto o ponto negativo ideal maximiza os critérios de minimização e minimiza os critérios de maximização.
- A *Data Envelopment Analysis* (DEA) é um modelo matemático que mede a eficiência relativa entre unidades tomadoras de decisão com múltiplos *inputs* e *outputs*, em que o resultado, encontrado por meio de um problema de programação linear, é a determinação da superfície envoltória. (ADLER; FRIEDMAN; SINUANY-STERN, 2002).

O resultado das consultas realizadas na base de dados Web of Science considerando os anos de 2014 a 2018, estão demonstrados na Figura 1. Com as palavras chaves métodos de decisão multicritérios “Multiple Criteria Decision Making”, pode-se verificar o crescimento do número de publicações ao longo de cinco anos.

Figura 1: Evolução das publicações ano a ano

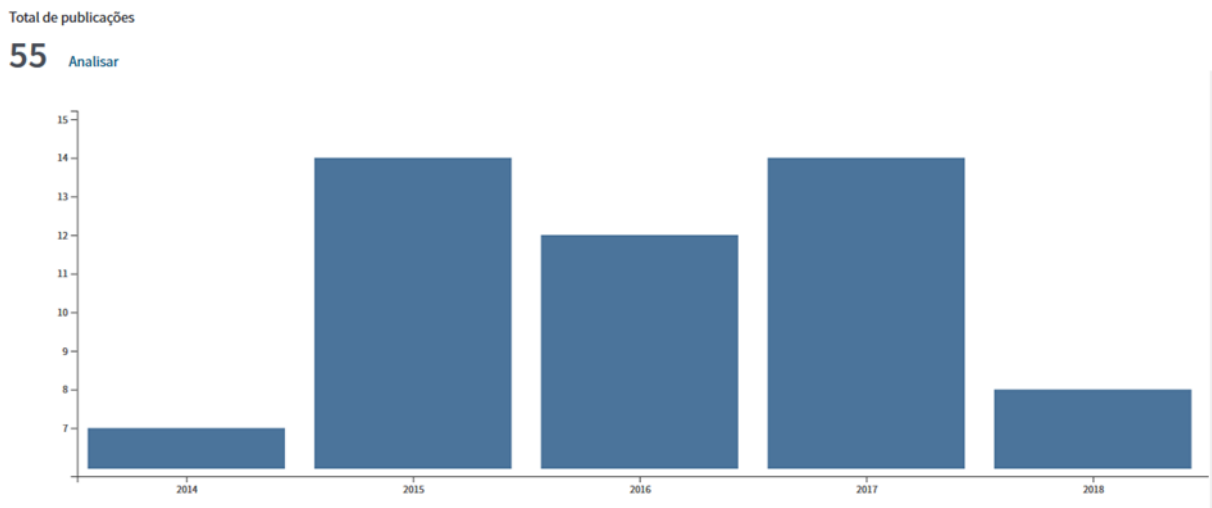


Fonte: Web of Science (2018).

Percebe-se que essas pesquisas que contemplam o tema métodos de decisão multicritérios são bem significativas na literatura e vêm crescendo ao longo dos anos, percebe-se que ainda há muita contribuição a ser feita com relação ao tema, apresentando-se como um diferencial.

Na área da educação, os métodos multicritérios ainda são poucos, como mostra a Figura 2. O resultado de consultas realizadas na base de dados *Web of Science* considerando os anos de 2009 a 2018. Com as palavras chaves métodos de decisão multicritérios na educação “Multiple Criteria Decision Making in education”, pode-se verificar o andamento de publicações ao longo dos anos.

Figura 2: Evolução das publicações métodos de decisão multicritérios na educação



Fonte: Web of Science (2018).

Percebe-se que pesquisas que contemplam o tema métodos de decisão multicritérios na educação ainda são insuficientes na literatura. Nota-se que ainda há muita contribuição a ser feita com relação ao tema, apresentando-se como um destaque maior.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa descrita nesta dissertação trata-se de um estudo de caso, apresentando abordagens qualitativa e quantitativa, pois busca uma tomada de decisão, utilizando uma ferramenta matemática. A pesquisa apresenta abordagem quali-quantitativa (SALOMON, 2010), pois terá uma combinação com estudo de caso com modelagem matemática, com ênfase na aplicação do AHP. De acordo com Salomon (2010) a pesquisa envolvendo somente um objeto seria classificada como estudo de caso conforme Quadro 1.

Quadro 1: Classificação de alguns métodos de pesquisa

Abordagem qualitativa pura	Abordagem quanti-qualitativa	Abordagem quali-quantitativa	Abordagem quantitativa pura
Estudo de caso	Estudo de múltiplos casos	Levantamento (<i>survey</i>)	Modelagem matemática

Fonte: Salomon (2010).

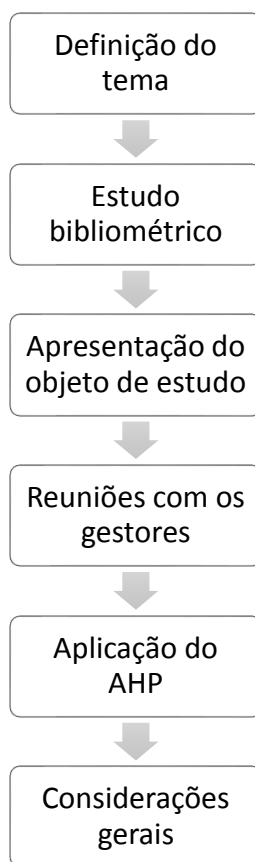
Muitas aplicações do AHP são classificadas como estudo de caso, pois de fato, trata-se de pesquisa envolvendo o estudo de apenas um objeto (YIN, 1994).

Para Yin (2005), estudo de caso é uma investigação empírica, um método que abrange tudo, o planejamento, técnicas de coleta e análise de dados. Devemos levar em consideração que a definição do tipo de abordagem é de suma importância para que os objetivos sejam alcançados.

Segundo Lüdke e André (1986), o estudo de caso como estratégia de pesquisa é o estudo de um caso, simples e específico ou complexo e abstrato e deve ser sempre bem delimitado. Pode ser semelhante a outros, mas é também distinto, pois tem um interesse próprio, único, particular e representa um potencial na educação.

As etapas dessa pesquisa encontram-se no fluxograma da Figura 3, e estão descritas na sequência do texto.

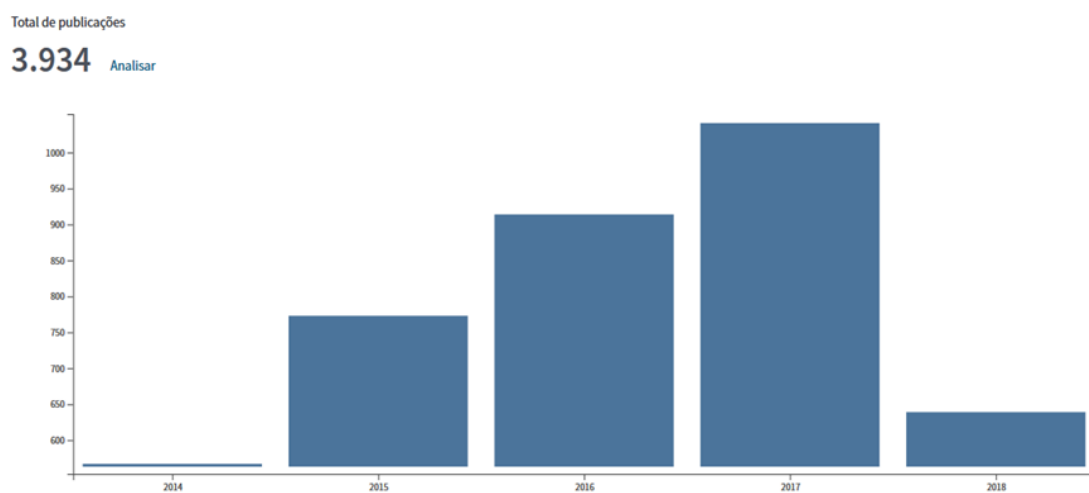
Figura 3 – Fluxograma Metodológico



Fonte: Próprio autor (2018).

Para os estudos bibliométricos foram procurados temas relacionados com método multicritérios, AHP e AHP na educação na base *Web of Science* no período de 2014 a 2019. A Figura 4 ilustra o crescimento de publicações referente ao tema *Analytic Hierarchy Process*.

Figura 4: Evolução de publicações do AHP

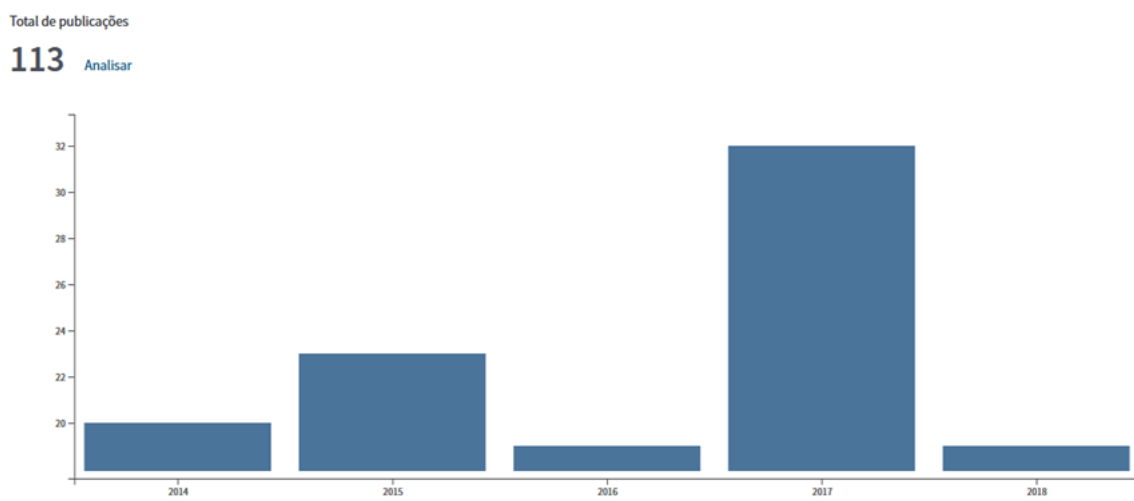


Fonte: Web of Science (2018).

Percebe-se que 2017 foi o ano com mais publicações sobre o AHP, totalizando 3.934. O que demonstra que o campo de aplicação é muito explorado, destacando assim a contribuição científica e tecnológica da presente pesquisa. Este é um dos fatores para a aplicação do AHP nesta pesquisa de mestrado.

A Figura 5 apresenta o quantitativo dos trabalhos publicados com o AHP na educação, no período de 2014 a 2018, totalizando 113 combinações “Analytic Hierarchy Process in education” na base Web of Science, o que demonstra que o campo de aplicação ainda é bem reduzido, mais um motivo para contribuir cientificamente para trabalhos futuros.

Figura 5- Evolução de publicações do AHP na educação



Fonte: Web of Science (2018).

Depois dos estudos bibliométricos, foram selecionados e analisados artigos que desenvolveram temas voltados para a implantação de novos cursos, gestão pública, tomada de decisão, aplicação do AHP que de alguma forma pudesse contribuir com este trabalho. Alguns desses artigos foram pesquisados na Base *Web Of Science*, ENEGEP e Google acadêmico.

Os critérios e alternativas foram definidos na entrevista com o responsável pela coordenação do curso de graduação e a direção de ensino. Em outro momento, foram realizadas as ponderações de valores de importância para os critérios e valores de desempenho para as alternativas.

Para aplicação do AHP, utilizou-se um editor de planilhas com ferramentas matemáticas, EXCEL. Este editor também foi útil para as análises e interpretação dos resultados.

Segundo Lakatos e Marconi (2017), método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar os objetivos, definindo o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do pesquisador.

3.2 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

O método AHP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty, um matemático e professor da Universidade de Pittsburgh, na Década de 1970. O AHP é um método para auxiliar as pessoas na tomada de decisões complexas (SAATY, 1980). Tem como particularidade essencial a possibilidade de comparar características quantitativas e qualitativas de cada decisão e estabelecer prioridades e julgamentos que conduzem à tomada de decisão.

O método AHP foi desenvolvido para modelar problemas desestruturados do cotidiano das pessoas, para que pudessem tomar decisões sem necessariamente ter a noção exata da importância dos parâmetros utilizados (SAATY, 1991).

3.2.1 Aplicação do AHP no ensino superior e gestão pública

Vários autores utilizaram o método AHP em estudos relacionados a educação, em sua maioria no ensino superior. Alguns deles:

- Azevedo et al. (2014) abordam aplicação do método AHP para seleção de um sistema de software de gestão previdenciária para um instituto de previdência;
- Besteiro et al. (2009) utilizaram o método de multicritério para auxiliar um candidato na escolha de um curso de engenharia;
- Costa et al. (2014) aplicaram o AHP para auxiliar na escolha de um novo curso superior em um campus da UFF;
- Lima et al. (2013) utilizaram o método AHP para descobrir o porquê da evasão escolar no curso de licenciatura em química em um instituto federal de Goiás;
- Marins, Souza e Barros (2009) aplicaram o multicritério em tomadas de decisões gerenciais no setor público;
- Ronchi, Ensslin e Ensslin (2011) empregaram o AHP para avaliar o desempenho de um curso de tutoria de educação a distância na universidade federal de Santa Catarina;
- Teixeira et al. (2015) falam sobre expansão e democratização do ensino superior na Bahia: a implantação da universidade federal do sul da Bahia e as expectativas dos alunos do ensino médio público.

Portanto, as publicações com aplicação do AHP vêm contribuindo significativamente para tomada de decisão no ensino superior e gestão pública.

Para Timor (2010) o método AHP se torna cada vez mais importante em diferentes situações de tomada de decisão na educação. Ele tem sido usado para a medição dos objetivos da universidade, como por exemplo, na seleção de reitor, avaliação de desempenho da biblioteca eletrônica, seleção de materiais educativos e projetos da universidade.

3.2.2 Forma de aplicação do AHP

O resultado obtido pela aplicação do método *AHP* acontece por meio da comparação paritária dos critérios, subcritérios e alternativas, quantificando-os (SAATY, 1991).

Salomon (2000) aborda as fases de execução do AHP, considerando três fases: **estruturação, julgamentos e síntese dos resultados.**

De acordo com Silva e Nunes (2009), pode-se definir que o processo de decisão utilizando o método AHP pode ser agrupado em três estágios, constituídos de seis etapas:

Estágio 01 – Estruturação da Hierarquia de Decisão

- Estruturação da hierarquia;

Estágio 02 – Construção da Matriz de Comparação Pareada

- Construção da matriz;
- Verificações de consistência;
- Definir o valor da importância relativa (peso) de cada fator;

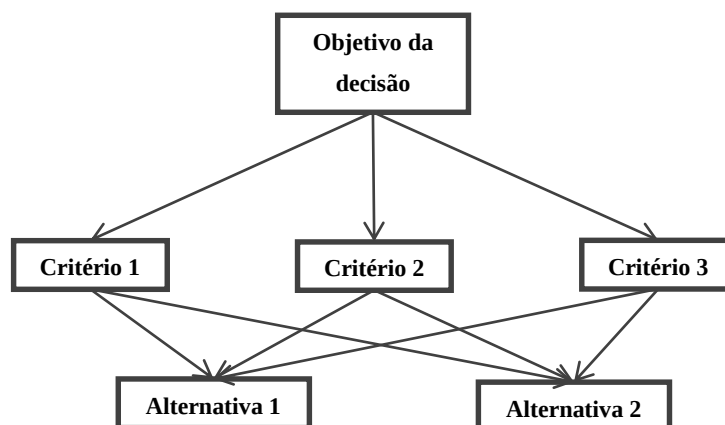
Estágio 03 – Priorização das Alternativas e Definição das Classes de Vulnerabilidade

- Priorização das alternativas; a
- Classificação final, com base nos critérios pré-estabelecidos.

No AHP são utilizadas estruturas hierárquicas para representar o modelo de MCDM. Na Figura 6, ilustra-se um modelo genérico da estruturação de uma hierarquia para a resolução de um problema por meio do método AHP: tem-se no topo da árvore, o “Objetivo da decisão”; logo abaixo temos os “Critérios”; e, por fim, na base, as alternativas.

Na etapa de definição de prioridades é realizada uma comparação par a par dos dados, criando assim uma matriz de comparações entre os critérios, avaliando a importância de uma característica sobre a outra (TRAMARICO; SALOMON; MARINS, 2012).

Figura 6: Estrutura de decisão com três níveis hierárquicos



Fonte: Produção do próprio autor

A utilização de uma hierarquia é a busca da resolução do problema por meio das interações entre os diversos níveis hierárquicos, não somente entre os elementos do mesmo nível (SAATY, 1991; KE et al., 2012).

Uma vez que a árvore hierárquica já esteja estruturada, ou seja, que já se definiram quais os critérios e as alternativas, o passo seguinte é a atribuição de valores.

Para que os julgamentos dos critérios e alternativas sejam realizados, deve-se conhecer a escala de valores desenvolvidas pelo criador do AHP. No método AHP, as comparações são baseadas na escala proposta por Saaty (1991), apresentada na Tabela 1. Esta escala também é denominada de Escala Fundamental de números Absolutos (SAATY,2005), ou, simplesmente Escala Fundamental.

Tabela 1: Escala fundamental de números absolutos

Intensidade da importância	Definição
1	Importância igual
3	Importância moderada de um sobre outro
5	Forte importância de um sobre outro
7	Importância muito forte de um sobre o outro
9	Extrema importância de um sobre o outro
2, 4, 6, 8	Valores intermediários

Fonte: Adaptado de Saaty (2013).

Para a aplicação do AHP, foram utilizadas matrizes **A** de comparações para se obter os valores de importância **w** dos critérios, assim como para a obtenção dos valores de desempenho das alternativas com relação a cada critério. Para a aplicação do método, matrizes são preenchidas com base na escala fundamental visualizada na Tabela 1. A Figura 7 apresenta um

modelo de Matriz de Prioridades para facilitar a apresentação de como é realizada a comparação entre os critérios.

Figura 7: Modelo de Matriz de Prioridades de Critérios

Critérios	C1	C2	C3	C4	Prioridades
C1	1				
C2		1			
C3			1		
C4				1	
Total					

Fonte: Produção do próprio autor

Percebe-se que os componentes da diagonal principal são iguais a 1, pois um elemento é igualmente importante quando comparado a ele próprio. Isto é, $a_{11} = 1$. O valor de a_{12} é comparando-se C1 com C2. Na comparação de C2 com C1, utiliza-se o recíproco apropriado, ou seja, $a_{21} = \frac{1}{a_{12}}$.

O autovalor máximo, $\lambda_{\text{máx}}$ é um indicador de coerência entre as comparações da Matriz **A**. Este valor é obtido da equação 1.

$$\mathbf{A} \mathbf{w} = \lambda_{\text{MAX}} \mathbf{w} \quad (1)$$

Na aplicação do método AHP pode ser verificada a coerência das comparações. Quando uma matriz de comparações apresenta todas as comparações entre si, tem-se $\lambda_{\text{MAX}} = n$, onde n é a ordem da matriz. Se $\lambda_{\text{MAX}} > n$, estas comparações não são 100% entre si. Portanto, há necessidade de calcular razão de consistência (RC), um indicador da coerência das comparações. Conforme Equação 3, o RC é determinada com a divisão do índice de consistência (Equação 2) pelo índice randômico, IR (Tabela 2).

$$IC = (\lambda_{\text{MAX}} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

$$RC = IC / IR \quad (3)$$

O IR , ou índice de coerência aleatória, é obtido da Tabela 2.

Tabela 2: Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n .

<i>n</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>IR</i>	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Fonte: Autor (ANO).

Observe-se que, se *RC* for igual ou inferior a 0,1 o grau de consistência é satisfatório. Mas, se *RC* for superior a 0,1 podem existir sérios problemas de inconsistência. Assim, as comparações devem ser revisadas.

A partir da proposta inicial deste trabalho, de auxiliar na decisão de uma instituição para a escolha de um novo curso, foram considerados critérios ligados a expectativas e particularidades atuais de mercado e procura pelos cursos de graduação, especificamente nesta instituição de ensino tecnológico do estado de Roraima, Campus Novo Paraíso. Diante dos elementos de estudo têm-se os critérios e alternativas apresentados na árvore de hierarquia ilustrada na Figura 8. Sendo assim foram instituídos 4 critérios: infraestrutura, corpo docente, produção local e regulamentação do curso; e 5 alternativas: tecnologia de alimentos (TAL), tecnologia em agroecologia (TAG), bacharelado em agronomia (BAG), licenciatura em agronomia (LCA) e bacharelado em zootecnia (BZO).

3.2.3 Justificativa pela escolha do AHP

Apesar de existirem outros métodos de decisão multicritério, uns dos fatores que contribuíram para a escolha do AHP foi o crescimento de publicações em várias áreas do conhecimento. No entanto, na área da educação ainda é pouco significativo. Citam-se algumas vantagens do AHP:

Para Saaty (1991) o método AHP foi desenvolvido para modelar problemas desestruturados do cotidiano das pessoas, para que pudessem tomar decisões sem necessariamente ter a noção exata da importância dos parâmetros utilizados.

Para Gomes (2009), o método permite a participação de diversas pessoas, como é o caso da gestão pública, em que decisões envolvem vários atores, diversos critérios e múltiplas alternativas e consequências.

Saaty e Vargas (2012) citam como grande vantagem do método AHP a possibilidade do usuário atribuir pesos relativos para múltiplos atributos ou ainda múltiplas alternativas a um dado atributo.

O AHP possibilitou um grande avanço em relação a sua aplicação. Existem duas maneiras de sintetizar suas prioridades: o modo de síntese normal ou distributiva e o modo de síntese ideal. Isso caracterizou-se enquanto vantagem em relação a alguns métodos de decisão multicritério. Saaty (1994) apresenta dois meios de sintetizar as prioridades locais das alternativas, usando prioridades globais dos critérios: o modo de síntese normal ou distributivo e o modo de síntese ideal. Grandzol (2005) exemplifica que o modo distributivo é apropriado para alocação proporcional de um benefício. O modo ideal, é utilizado para obter a melhor alternativa entre alternativas distintas e sem relação de dependência. Millet e Saaty (2000) abordam um outro avanço do AHP com a síntese ideal.

O AHP original utiliza-se da medição relativa: as alternativas são comparadas duas a duas. Na medição absoluta, as alternativas são comparadas com padrões, predefinidos para cada critério. Além da possibilidade de análise de mais de nove alternativas, uma vantagem da medição absoluta é a preservação de ranking, com a eliminação de alternativas ineficientes ou com introdução de novas alternativas. Contudo, em aplicações de AHP a preservação de ranking só é garantida com a combinação da medição absoluta com a síntese ideal (SAATY, VARGAS e WHITAKER, 2009). No AHP original adota-se a síntese normal, e as prioridades locais das alternativas para cada critério são normalizadas. Assim, a soma das prioridades locais e globais será sempre igual a 1. Na síntese ideal para cada critério uma das alternativas terá prioridade igual a 1. As prioridades globais das alternativas serão porcentagens do ideal, similarmente ao conceito de utilidade conjunta (ISHIZAKA e NEMERY, 2013).

A expressão *ranking reversal* é utilizada para identificar genericamente, a crítica de inversão de prioridades das alternativas, tanto quando há alteração no número de critérios, quando alteração nas alternativas.(SALOMON, 2010).

Em presença dessas observações, esta pesquisa apresentou um problema de seleção e não de distribuição. Assim, adotou-se o modo de síntese ideal para evitar *ranking reversal* (SALOMON, 2016).

Diante dos elevados números de métodos de decisão multicritério, o método DEA (*Data Envelopment Analysis*) possui aplicações similares em quantidade com o método AHP. Destacam-se algumas características entre ambos: subjetividade, simplicidade, adaptabilidade, aceitação e gerência:

- Subjetividade

Em sua forma original, DEA traz justamente como diferencial a possibilidade de utilizar um mínimo de julgamentos subjetivos, traduzindo a realidade de modo mais imparcial (COOK, 2006; BREY et al., 2014). Nesta metodologia são utilizados um conjunto de dados de *inputs* e

outputs de diversas unidades produtoras e restrições necessárias para a programação linear. O resultado obtido é uma classificação eficiente ou ineficiente para cada uma analisada (COOK; ZHU, 2013).

O método AHP utiliza julgamentos paritários de acordo com a percepção do decisor, em que este deve apontar preferências (NEUNFELDT JR. et al., 2013). Os julgamentos são pontuados numericamente segundo a escala de conversão apresentada em Saaty (2008) e demonstrada no Tabela 1. O método AHP possibilita ao final da análise uma verificação de consistência, indicando se os julgamentos são coerentes ou não (KOU et al., 2013).

➤ Simplicidade

A DEA é a ferramenta que, por um lado, envolve recursos matemáticos mais rebuscados, demandando conhecimentos de problemas de programação linear e pesquisa operacional por parte dos usuários, que nem sempre possuem o domínio da técnica, e por outro, as diversas aplicações computacionais que já contemplam a implementação do método fazem com que a DEA seja considerada na literatura como de uso bastante simplificado, bastando que os usuários disponham apenas dos dados de *inputs* e *outputs*, que devem ser coletados de forma padronizada entre as diversas DMU (RAMANATHAN, 2003).

Ainda sobre os recursos matemáticos, o método AHP faz uso de cálculos matriciais para elencar as alternativas em ordem de preferência. Os julgamentos realizados segundo a escala apresentada na Tabela 1 são organizados na forma de uma matriz de julgamentos que, dadas as operações matemáticas necessárias, resultarão nos pesos para cada critério e subcritério (JÚNIOR et al, 2015). Uma vez realizadas estas operações, em que o uso de um *software* especializado é fortemente recomendado, tem-se uma importante ferramenta para tomada de decisão e avaliação de desempenho (ZOPOUNIDIS; PARDALOS, 2010).

➤ Adaptabilidade

Devido às características generalistas de alguns métodos, pode-se afirmar que os métodos de decisão multicritério são adaptáveis, uma vez que todos possuem como foco do seu escopo o processo de tomada de decisões. Cabe porém uma maior ressalva em relação à DEA, pois enquanto o AHP permite visualizar e apoiar a decisão ou mensuração de desempenho de um único setor ou uma única organização como um todo, a DEA exige que se tenha conhecimento de outras DMUs que possuam os mesmos *inputs* e *outputs* (COOPER et al., 2011).

➤ Aceitação

Segundo Júnior et al. (2015), no ambiente corporativo, uma preocupação comum entre os gestores é de que suas decisões sejam plenamente aceitas pelos envolvidos ou agidos,

garantindo a sinergia da organização e passando credibilidade nas ações tomadas. Quando esta aceitação não acontece, o comprometimento de toda a equipe é afetado, impactando diretamente nos resultados. Ainda para Júnior et al. (2015), para que os objetivos estratégicos sejam alcançados, é preciso que a metodologia utilizada para auxiliar o processo de decisão e avaliação de desempenho não apenas aponte uma solução, mas construa um embasamento robusto o suficiente para argumentar a escolha, de modo que esta seja clara e entendida por todos os envolvidos.

Para Anane et al. (2012), o AHP também é de fácil aceitação pelos envolvidos, graças aos julgamentos paritários realizados, em que os tomadores de decisão são consultados sobre suas preferências para os pares de alternativas, que podem ser feitos por meio de questionários ou de forma verbal. Os participantes da decisão se sentem envolvidos nesta etapa, podem expressar suas opiniões e demonstrar preferência ou indiferença nos julgamentos, e também se uma opção é fortemente ou fracamente preferencial a outra.

Aliado a isso, ainda há a etapa final de análise de consistência, que permite maior segurança ao final do processo, garantido a coerência dos dados. A estrutura hierárquica sob uma árvore de decisão também impacta visualmente os envolvidos, deixando o processo transparente a todos (OSSADNIK; KASPAR, 2012).

Já no caso da DEA, a aceitação pode não ser imediata. Seydel (2006) alerta que a DEA, em sua forma original, pode ser percebida pelos usuários como uma metodologia do tipo caixa-preta, ou seja, após uma série de acontecimentos, uma solução surge quase que de forma mágica. Outro ponto causador de discórdia é o fato de a DEA classificar as alternativas em apenas dois grupos: eficientes e ineficientes. Os usuários costumam sentir necessidade de uma média de meio, e não só de extremos.

➤ Gerência

Neste quesito, o AHP não satisfaz o critério, pois apesar desta ser capaz de mensurar, ela não é capaz de gerenciar (BORTOLUZZI et al., 2011). Ainda segundo os autores, a AHP apresenta uma relação de alternativas hierarquizadas para que uma ou mais sejam escolhidas, ficando assim restrita a etapa de priorização das ações possíveis, a escolha em si. Os mesmos autores ainda afirmam que a AHP não é capaz de realizar a identificação do problema, sendo aplicável apenas quando já se parte de um problema pré-estruturado (BORTOLUZZI et al., 2011).

No caso da DEA, a metodologia permite um acompanhamento ao longo do tempo, pois atualizando-se os dados de *inputs* e *outputs* pode-se acompanhar se uma DMU considerada ineficiente está se aproximando ou se afastando da curva de eficiência. (COOPER et al., 2011).

Diante dessas comparações, buscou-se analisar os pontos fortes e fracos dos modelos de multicritério (DEA e AHP). No entanto, constata-se que o AHP destacou-se na maioria dos critérios, perdendo somente para gerência. Portanto, para este trabalho, fica justificada o motivo pelo qual escolheu-se o método AHP.

Segundo Salomon (2016), a maneira como um tomador de decisão aplica AHP ainda é uma questão de opinião. Diante disso, autor afirma que, não importa o método a ser utilizado, mas sim, se atendeu todas às expectativas e objetivos do tomador de decisão.

4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO

4.1 APRESENTAÇÃO DO OBJETO

A pesquisa foi realizada no IFRR, Campus Novo Paraíso, localizado na BR-174, km 512, no município de Caracaraí no estado de Roraima, com predominância na zona rural. Conforme diagnóstico realizado, a comunidade na qual está inserida não é a mesma que o Instituto atende, com raríssimas exceções. Atende uma comunidade diversificada e sua localização é estratégica, pois dá acesso a seis municípios vizinhos.

O campus atende cerca de 400 alunos distribuídos entre os cursos técnicos agropecuária, agroindústria e aquicultura. A abrangência territorial permite o acesso aos seus cursos e atividades de estudantes filhos de agricultores e proprietários rurais residentes em seis municípios do estado, com um total de 78.212 habitantes

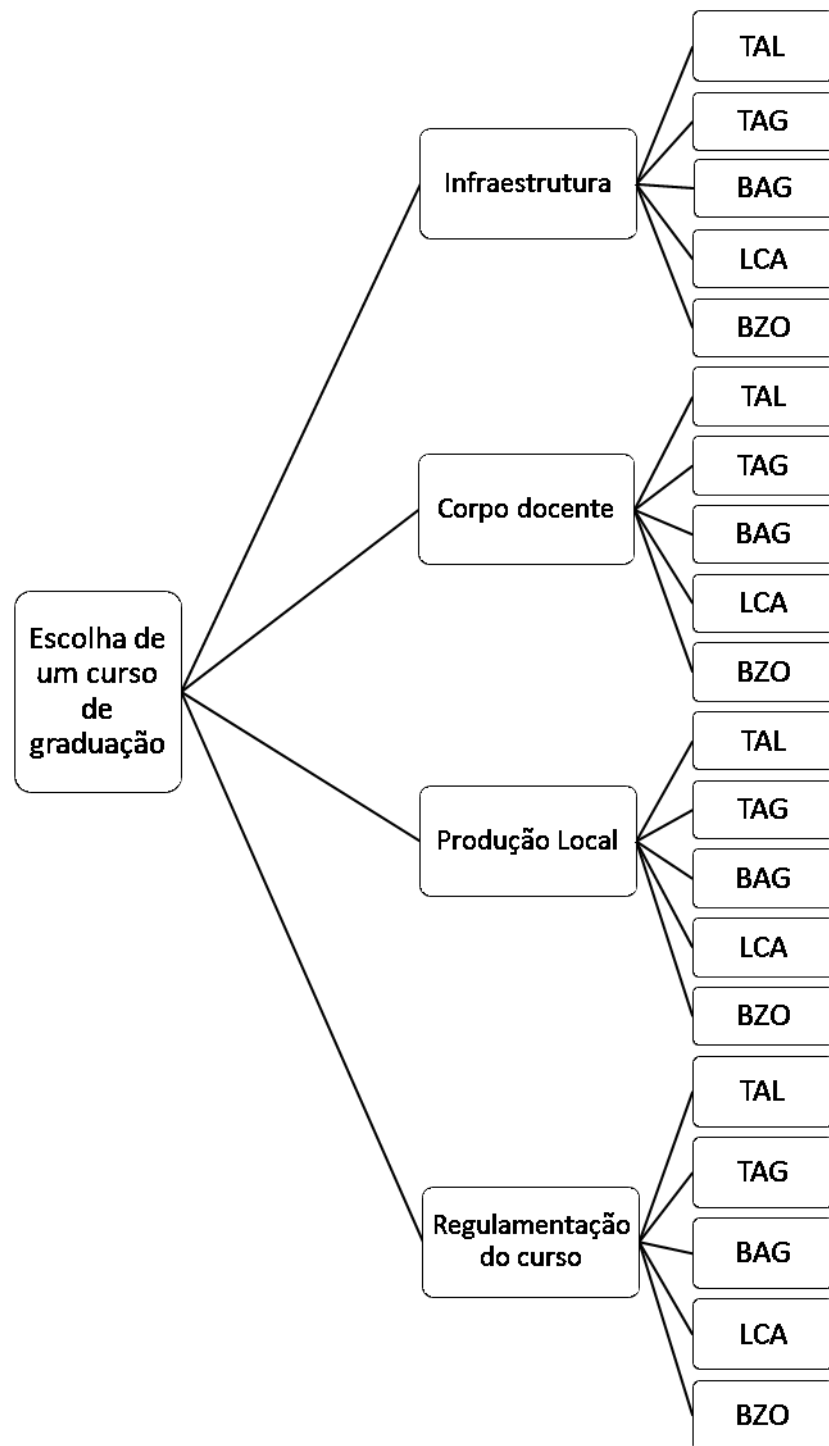
O IFRR passou a ser visto pela comunidade local como uma oportunidade concreta de acesso a outros processos de educação, tanto na perspectiva da formação profissional como veículo para a ascensão social e garantia da expectativa de um futuro melhor para seus filhos. Com isso, surgiu a necessidade de criar um curso superior nessa instituição.

A partir da proposta inicial desta pesquisa, de auxiliar na decisão de uma instituição para a escolha de um curso superior, foram considerados fatores ligados à expectativa e características atuais de mercado e agricultura familiar.

Diante da apresentação do objeto de estudo têm-se os fatores apresentados na árvore de hierarquia apontada na Figura 8. Os critérios escolhidos são infraestrutura, corpo docente, produção local e regulamentação do curso. As definições das alternativas foram elencadas a partir de reuniões realizada pela instituição, sendo elas denotadas por tecnologia de alimentos (TAL), tecnólogo em agroecologia (TAG), bacharel em agronomia (BAG), licenciatura em ciências agrárias (LCA) e bacharel em zootecnia (BZO).

Os dados foram interpretados levando-se em consideração o peso de cada critério de acordo com o ponto de vista do futuro do Coordenador do Curso de Graduação e da Diretora de Ensino.

Figura 8: Estrutura hierárquica



Fonte: Produção do próprio autor

4.2 APLICAÇÃO

A partir da escolha dos critérios para hierarquizar o problema – a escolha de um curso superior – foi possível torná-lo mais visível para análise e estudo.

Para iniciar a aplicação do método AHP no auxílio da decisão proposta, foram analisados os critérios escolhidos, dando pesos para cada um deles, de acordo com a importância que é dada para cada um destes, na visão do futuro coordenador e da diretora de ensino. Nas reuniões com estes gestores da instituição de ensino ambas opiniões foram consideradas e mesmo quando divergentes pôde-se obter consenso para todas as comparações necessárias para aplicação do AHP.

Conforme ilustrado na Tabela 3, analisa-se cada um dos critérios, sendo estes comparados par a par. Após essa avaliação é possível estimar a partir da média geométrica das linhas da matriz de comparação de critérios, gerando a matriz do auto vetor (w).

Tabela 3: Julgamento do grau de importância dos critérios

Critério	C1	C2	C3	C4	Autovetor	Autovetor normal.
Infraestrutura (C1)	1	0,33	0,2	0,2	0,34	6%
Corpo docente (C2)	3	1	0,2	0,33	0,67	13%
Produção local (C3)	5	5	1	0,50	1,88	36%
Regulamentação (C4)	5	3	2	1	2,34	45%
Soma	14	9,33	3,40	2,03	5,23	100%

Fonte: Produção do próprio autor

Para medir a coerência entre os julgamentos dados, é determinado o autovalor máximo, o λ_{MAX} . O λ_{MAX} pode ser estimado com o produto entre o vetor soma e o autovetor normalizado. Logo, tem-se:

$$\lambda_{MAX} \approx [14 \quad 9,33 \quad 3,40 \quad 2,03] \begin{bmatrix} 0,05 \\ 0,16 \\ 0,35 \\ 0,44 \end{bmatrix} \approx 4,24 \quad (1)$$

Para os julgamentos serem considerados coerentes, é necessário calcular o índice de coerência e a razão de coerência. Se o resultado da razão de coerência for um valor menor que 0,1, segundo Saaty (1991) os julgamentos podem ser considerados coerentes.

O índice de consistência, IC, que calcula a medida de coerência dos julgamentos é calculado por meio da Equação 2:

$$IC = \frac{4,24-4}{4-1} = 0,079 \quad (2)$$

De acordo com a equação 1 e a Tabela 2, pode-se calcular a relação de consistência, RC:

$$RC = \frac{0,079}{0,9} = 0,087 \quad (3)$$

Como o valor de RC encontrado é menor do que 0,10, a matriz da Tabela 3 não necessita de revisão dos julgamentos.

O próximo passo se dá com matrizes de julgamentos para cada um dos critérios. As Tabelas 4, 5, 6 e 7 apresentam matrizes de comparações do desempenho das alternativas com relação à infraestrutura, corpo docente, produção local e regulamentação do curso respectivamente. Em seguida, calculou-se o λ_{MAX} , IC e o RC de cada matriz de julgamento e verificou-se que são consistentes. As prioridades locais dos cursos compõem a matriz de decisão Tabela 8. Adotou-se a síntese ideal, para evitar inversão de ranking, sendo que não houve necessidade de eliminar algum critério ou alternativa.

Tabela 4: Priorização do critério infraestrutura

	TAL	TAG	BAG	LCA	BZO	Autovetor	Normal.	Ideal.
TAL	1	0,5	0,143	0,2	0,5	0,34	6%	0,15
TAG	2	1	0,33	0,33	0,33	0,59	10%	0,27
BAG	7	3	1	0,5	0,33	1,28	21%	0,58
LCA	5	3	2	1	0,5	1,72	29%	0,77
BZO	2	3	3	2	1	2,22	34%	1,00

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 5: Priorização do critério produção local

	TAL	TAG	BAG	LCA	BZO	Autovetor	Normal.	Ideal.
TAL	1	0,33	0,14	0,25	0,33	0,33	5%	0,15
TAG	3	1	0,33	0,33	0,33	0,64	11%	0,29
BAG	7	3	1	0,5	0,33	1,28	21%	0,58
LCA	4	3	2	1	0,5	1,64	27%	0,74
BZO	3	3	3	2	1	2,22	36%	1

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 6: Priorização do critério corpo docente

	TAL	TAG	BAG	LCA	BZO	Autovetor	Normal.	Ideal.
TAL	1	0,5	0,33	0,33	0,33	0,45	8%	0,22
TAG	2	1	0,33	0,2	0,33	0,54	9%	0,26
BAG	3	3	1	0,33	0,5	1,08	18%	0,53
LCA	3	5	3	1	0,5	1,86	31%	0,91
BZO	3	3	2	2	1	2,05	34%	1

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 7: Priorização do critério regulamentação do curso

	TAL	TAG	BAG	LCA	BZO	Autovetor	Normal.	Ideal.
TAL	1	0,5	0,33	0,2	0,5	0,41	7%	0,20
TAG	2	1	0,33	0,5	0,33	0,64	11%	0,31
BAG	3	3	1	0,33	0,33	1,00	17%	0,49
LCA	5	2	3	1	0,5	1,72	30%	0,84
BZO	2	3	3	2	1	2,05	35%	1

Fonte: Produção do próprio autor

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A matriz de decisão adquirida com aplicação do método AHP está apresentada na Tabela 8. Trata-se da principal ferramenta para a tomada de decisão, ou seja, é utilizando-se a matriz de decisão que é conduzido o próximo e último passo da aplicação do AHP: a síntese dos resultados.

Tabela 8: Matriz de decisão

Curso	Infraestrutura	Corpo docente	Produção local	Regulamentação do curso
TAL	1	0,20	0,15	0,20
TAG	0,29	0,15	0,29	0,31
BAG	0,63	0,32	0,58	0,49
LCA	0,84	0,71	0,74	0,84
BZO	1	1	1	1

Fonte: Produção do próprio autor

No método AHP, um vetor de desempenho global, ou vetor de decisão, é obtido multiplicando-se a matriz de decisão (Tabela 8) pelo vetor de importância relativa dos critérios (Tabela 3), nesta ordem. O resultado está apresentado na Tabela 9.

Assim, aplicação do AHP, gerou um resultado conclusivo: o método AHP indica a seleção do curso de Bacharelado de Zootecnia como a melhor opção diante dos critérios utilizados e pesos atribuídos para cada um deles. O curso de Licenciatura em Ciências Agrárias fica como uma segunda alternativa de escolha para esse processo de decisão.

Tabela 9: Vetor de decisão

Cursos	Prioridade global
TAL	22%
TAG	29%
BAG	52%
LCA	79%
BZO	100%

Fonte: Produção do próprio autor

5 CONCLUSÕES

5.1 VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO DOS OBJETIVOS E RESPOSTA À QUESTÃO DE PÉSQUISA

A escolha de um novo curso de graduação a ser implantado tem sido um dos desafios mais comuns nas instituições de ensino superior e tecnológica, diante da necessidade cada vez mais evidente de levar conhecimento e da ampla concorrência de outras instituições. Observa-se que tal escolha pode levar ao fracasso ou ao sucesso da instituição. Diante disso, precisa-se fazer uma boa escolha para evitar os imprevistos. Com esse estudo preliminar, foi possível indicar a melhor alternativa com base nos critérios definidos juntos ao coordenador do curso e da diretora de ensino.

Desejando colaborar com este problema, esta dissertação apresentou um estudo no qual foi empregado o método de apoio à tomada de decisão AHP, com o objetivo de auxiliar uma instituição de ensino tecnológico, na tomada de decisão, na escolha do novo curso superior. No entanto, esse auxílio não dará a resposta correta para o caminho que a instituição terá que seguir. É apenas um método que poderá ajudá-la nesta decisão. Portanto, pode-se afirmar, nesse estudo concretizado, que para os critérios utilizados e os pesos atribuídos para cada um deles, que o método AHP indica como melhor alternativa o curso de Bacharelado em Zootecnia. Assim, com a indicação de um único curso, aplicação do AHP foi eficaz na solução do problema. A questão da pesquisa (Qual seria o curso mais indicado para implantação em um campus de uma instituição de ensino tecnológico, localizada na região norte?) foi respondida. Com relação a eficiência, esta aplicação não necessitou de grandes recursos, como por exemplo compra de software específico ou contratação de consultoria. Portanto, a aplicação do AHP também pode ser considerada eficiente.

Espera-se que o resultado apresentado neste estudo possa colaborar para que os gestores das instituições de ensino tecnológico possam tomar decisões com mais clareza, salientando que esse método (AHP) é totalmente adaptável às necessidades do tomador de decisões, ou seja, as ponderações podem ser mudados a qualquer momento.

Como forma de levantar os principais critérios para a implantação de um novo curso e validar tais variáveis, um estudo de caso foi utilizado como método de investigação. Para este estudo, foi selecionado o curso de Bacharelado em Zootecnia no Instituto Federal de Roraima, campus Novo Paraíso.

5.2 SUGESTÕES PARA A CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

Como propostas para trabalhos futuros, fica a possibilidade de se mesclar o método AHP com outros métodos de tomada de decisão, com outras metodologias para implantação de novos cursos visando melhorar o resultado e abranger maior assertividade no resultado final, trazendo desta forma resultados cada vez melhores para as instituições de ensino.

REFERÊNCIAS

- ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. **European Journal of Operational Research**, v. 140, n. 2, p. 249-265, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00068-1)
- ALBUQUERQUE, C. Processo ensino-aprendizagem: características do professor eficaz. **Millenium**, Portugal, v.39, p. 55-71, 2010.
- ANANE, M. et al. Ranking suitable sites for irrigation with reclaimed water in the Nabeul-Hammamet region (Tunisia) using GIS and AHP-multicriteria decision analysis. **Resource, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 65, p. 36-46, 2012.
- BEHZADIAN, M. et al. ROMETHEE. A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2009.
- BESTEIRO, A. et al. **A utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia Universidade Estadual Paulista – UNESP**. Disponível em <http://www.aedb.br/seget/artigos09/226>. Acesso em: 20 novembro 2017.
- BORTOLUZZI, S. et al. Avaliação de desempenho multicritério como apoio à gestão de empresas: aplicação em uma empresa de serviços. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 633-650, 2011.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.html>. Acesso em: 29 out.2017.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Análise sobre a expansão das universidades federais (2003-2012)**. Relatório da comissão constituída pela portaria n.126/2012. Brasília, 2012.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Plano Nacional De Educação(PNE),2014**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm>. Acesso em 28 jan. 2018.
- BRASIL. Decreto n. 6.096 de 24 de abril de 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm>. Acesso: 28 jan.2018.
- BRASIL. DECRETO n. 5773 de 09 de maio de 2008 **Dispõe o exercício de funções de regulação, supervisão e avaliação de educação superior de graduação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/decreton57731.pdf>>. Acesso: 29 jan.2018,

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996.

BREY, J. J. et al. Roll-out of hydrogen fueling stations in Spain through a procedure based on data envelopment analysis. **International Journal of Hydrogen Energy**, Oxford, v. 39, n. 8, p. 4116-4122, 2014.

BRIOZO, R. et al Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento - UPA 24 h. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015. frontiers in honor of William W. Cooper. New York: Springer, 2006.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. **Handbook on data envelopment analysis**. New York: Springer, 2011.

COSTA, J. et al. Uso do método AHP clássico para auxiliar na escolha de um novo curso superior em um campus da UFF no interior. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 2014, Niterói. **Anais X Congresso Nacional De Excelência Em Gestão**, Niterói, 2014.

DENG, J. L. Introduction to grey system theory. **Journal of Grey System**, Amsterdam , v. 1, n. 1, p. 1–24, 1989.

DU, Y.; WANG, Y. Evidence combination rule with contrary support in the evidential reasoning approach. **Expert Systems with Applications**, Tarrytown, NY, EUA , v. 88, p.193-204, 2017.

FLORES, L. et al.. A educação superior como vetor de desenvolvimento: uma análise no município de são borja. In: ENCONTRO DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES EM CULTURA. São Luiz Gonzaga, 2016. **Anais 2º encontro de estudos interdisciplinares em Cultura**, São Luiz Gonzaga, 2016.

FRANCO, A. M. P. **Os determinantes da qualidade da educação no Brasil**. 2008. 154 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOMES, K. G. A. **Um método multicritério para localização de unidades de celulares de intendência da FAB**. 2009. 11f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GRANDZOL, J. R. Improving the faculty selection process in higher education: a case for the analytic hierarchy process. **IR Applications**, Tallahassee v. 6, n. 24, 2005.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria decision analysis**. Chichester: Wiley, 2013.

INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA. **Plano De Desenvolvimento Institucional-PDI-2014 a 2018.** < Disponível em: <http://www.ifrr.edu.br/pdi>.>. Acesso em: 28 ago. 2017.

LIMA JUNIOR, F. R. Comparação entre os métodos Fuzzy TOPSIS e Fuzzy AHP no apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores. 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

COSTA, H. P. J. **Estudo da participação e permanência dos jovens na agricultura familiar na localidade do ancorado em Rosário da Limeira-MG.** 2007.134 f.Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) – Centro Universitário de Caratinga. Caratinga, 2007.

KE, G. Y.; LI, K.; HIPEL, K. W. An integrated multiple criteria preference ranking approach to the Canadian west coast port congestion conflict. **Expert Systems with Applications**, v.39, n.10, 9181-9190. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.086>.

KOU, G. et al. **Data processing for the AHP/ANP.** New York: Springer, 2013.

KUNDAKCI, N; IŞIK, A. Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. **Decision Science Letters**, v.5, n.3, p.381-394, 2016. <https://scholar.uwindsor.ca/odettepub/57>

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, R. D. et al Aplicação do método multicritério AHP para a hierarquização das alternativas de evasão no curso superior de licenciatura plena em química do Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas, Brasil: um estudo preliminar. **I World Congress on Systems Engineering and Information Technology.**Porto-Portugal. 2013.

LÜDKE, M; MEDA, A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAJUMDAR, R et al. Release and testing stop time of a software using multi-attribute utility theory. Society for Reliability and Safety (SRESA), **Life Cycle Reliability and Safety Engineering**, Vol. 6 ed.1, pp.47-55 2017. 2520-1352

MARINS, C. S. et al. uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA PERACIONAL, 41, 2009, Porto Seguro- Ba. XLI SBPO. Porto Seguro - Ba: Unifacs,2009. v. 1, p. 1778 - 1788.**Anais... Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. P. Seguro, 2009.**

MARY, S. A. S. A.; SUGANYA, G. Multi-criteria decision making using ELECTRE. **Circuits and Systems**, v. 7, p.1008-1020, 2016. Doi: 10.4236/cs.2016.76085

MENEZES F. et al. **Os determinantes de desempenho escolar no Brasil.** Texto para discussão. São Paulo: Instituto Futuro Brasil, 2007.

MILLET, I.; SAATY, T. L. On the relativity of relative measures: accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 121, n. 1, p.205-212, 2000.

NETO,J.J.S. et al. **Uma escala para medir a infraestrutura escolar**; Est. Aval. Educ., São Paulo, v. 24, n. 54, p. 78-99, jan./abr. 2013

NEUNFELDT JÚNIOR, A. L.; SILUK, J. C. M.; SILVEIRA, M. N. Modelo de avaliação de desempenho para o sistema de franquias no Brasil. **Cuadernos de Administración**, Cali, v. 26, n. 47, p. 285-307, 2013.

OLIVEIRA, A. J. **Programa REUNI nas Instituições de Ensino Superior Federal (IFES) Brasileiras**: um estudo da eficiência operacional por meio da análise envoltória de dados (DEA) no período de 2006 a 2012. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, A. et al Programa REUNI nas instituições de ensino superior federal [IFES] brasileiras: um estudo da eficiência operacional por meio da análise envoltória de dados [DEA] no período de 2006 a 2012. **RACE**, Joaçaba, v. 13, n. 3, p. 1179-1210, 2014.

OLIVEIRA, V. et al. I. Análise multicritério com DEA e AHP da seleção de equipamentos de ar-condicionado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João Pessoa, PB, 2016. **Anais... XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, João Pessoa,2016.

OSSADNIK, W.; KASPAR, R. Evaluation of AHP software from a management accounting perspective. **Journal of Modelling in Management**, Hong Kong, v. 8, n. 3, p. 305-319, 2013.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

RAMANATHAN, R. **An introduction to data envelopment analysis**: a tool for performance measurement. London: Sage, 2003.

REIS, L. P.; LADEIRA, M. B.; FERNANDES, J. M. Contribuição do método Analytic Hierarchy Process (AHP) para auxílio ao processo decisório de terceirizar ou internalizar atividades no contexto de uma empresa de base tecnológica. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 13, n. 4, 1325-1354,2013.

RODRIGUES, F. H.; MARTINS, W. C.; MONTEIRO, A. B. F. C. O Processo de decisão baseado em um método de análise hierárquica na tomada de decisão sobre investimentos. In: CAIXETA FILHO, V. C.; MARTINS, R. S. (Eds.). **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

RONCHI, S. H.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Estruturação de um modelo multicritério para avaliar o desempenho da tutoria de educação à distância. **Pretexto**, Porto Alegre/RS, v. 13, n. 2, p. 57-75, 2011.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T.L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **Interfaces**, v. 24, n. 6, p.19-43, 1994.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, T. L. The Modern science of multicriteria decision making and its practical applications: the AHP/ANP approach. **Operations Research**, v. 61, n. 5, p.1101-1118, 2013.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G.; WHITAKER, R. Addressing with brevity criticism of the analytic hierarchy process. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 1, n. 1, p. 121-134, 2009.

SAATY, T. L.; ERGU, D. When is a decision-making method trustworthy? criteria for evaluating multi-criteria decision-making methods. **International Journal of Information Technology and Decision Making**, v. 14, n. 6, p. 1171-1187, 2015.

SALOMON, V. A. P. **Auxílio à decisão para a adoção de novas políticas de compras**. Relatório Técnico, DPD FEG UNESP 04/2000. Guaratinguetá, 2000, p. 11-12.

SALOMON, V. A. P. Analytic hierarchy process. In: MARINS, F. A. S. et al. (Orgs). **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios: aplicações na indústria aeroespacial/SOBRAPO** – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010. p. 21–39.

SALOMON, V. A. P. Absolute measurement and ideal synthesis on AHP. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, Pittsburgh,USA, v. 8, n. 3, p. 538-545, 2016. <http://dx.doi.org/10.13033/ijahp.v8i3.452>

SALOMON, V. A. P. et al. Analytic hierarchy process applied to supply chain management. In: DE FELICE, F.; SAATY, T. L.; PETRILLO, A. (Eds.). **Theory and applications of the analytic hierarchy process**. A bibliometric study, Procedia Computer Science,Amsterdã 2016, p. 1-16.

SEYDEL, J. Data envelopment analysis for decision support. **Industrial Management and Data Systems**, v. 106, n. 1, p. 81-95, 2006.

SILVA, J. T. M. et al. Aplicação de um método de análise hierárquica no processo de tomada de decisão: um estudo com empreendedor agrícola da região de Divino/MG. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador-BA, v. 7, n. 14, p. 19-30, 2006.

SILVA, F. M. et al. A importância da estrutura e funcionamento da educação básica. In: SEMANA DE ESTUDOS, TEORIAS E PRÁTICAS EDUCATIVAS, 5, 2014, Pau dos Ferros, RN. **Anais...** Pau dos Ferros: Editora Realize, 2014. Disponível em:

SILVA, C. A. et al Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal, INPE, 2009. **Anais** do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5435–5442, Natal, Brasil.

TIMOR, M. The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. **Management Decision**, v. 48, p-775-808, 2010

SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of analytic hierarchy process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v.138, n.2, p.215, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.036>

TRAMARICO, C. L. et al. Modelagem com AHP e BOCR para seleção de prestadores de serviços logísticos. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.4, n.2, p.139-159, 2012.

TRAMARICO, C. L. et al. Analytic hierarchy process and supply chain management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, Amsterdã, v. 55, p. 441-450, 2015.

VARGAS, L. G. **Methods, concepts and applications of the hierarchy process**. New York: Springer, 2012.

VIEIRA, S. L. **Estrutura e funcionamento da educação básica**. Fortaleza: UECE, 2001.

WANG, P.; ZHU, Z.; WANG, Y. A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA methods based on experimental design. **Information Sciences**, Nova York, NY, EUA, v. 345, p. 27-45, 2016.

WEB OF SCIENCE. Artigos relevantes para a pesquisa no período de 2013-2018. Disponível: <<http://www.webofknowledge.com>> Acesso em: 20 jul. 2017.

YANG, J. L.; TZENG, G. An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 1417-1424, 2011.

YAZDANI, M.; JAHAN, A.; ZAVADSKAS, E. Analysis in material selection: influence of normalization tools on COPRAS-G. **Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research**, v. 51, n. 1, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZHAOXU, S.; MIN, H. Multi-Criteria decision making based on PROMETHEE method. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, CONTROL AND INDUSTRIAL ENGINEERING, Washington, DC, Jun. 5-6, 2010. **Anais 10 International Conference On Computing, Control And Industrial Engineering**; Washington, 2010.

ZHU, G. et al. Change mode and effects analysis by enhanced grey relational analysis under subjective environments. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, Xangai, v. 31, p. 207-221, 2017.

ZOPOUNIDIS, C.; PARDALOS, P. **Handbook of multicriteria analysis**. New York: Springer, 2010.