



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JEFFERSON SOUZA MEDEIROS

**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE AGREGAÇÃO ADITIVO PARA SELEÇÃO
DO CURSO DE ENGENHARIA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO RN**

ANGICOS / RN

2019

JEFFERSON SOUZA MEDEIROS

**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE AGREGAÇÃO ADITIVO PARA SELEÇÃO
DO CURSO DE ENGENHARIA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Prof. MSc. Priscila da Cunha Jácome Vidal

ANGICOS / RN

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.

M488p Medeiros, Jefferson Souza.
PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE AGREGAÇÃO ADITIVO
PARA SELEÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO RN / Jefferson Souza
Medeiros. - 2019.
89 f. : il.

Orientadora: Priscila da Cunha Jácome Vidal.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2019.

1. Escolha da Engenharia. 2. Método de apoio à
decisão. 3. Modelo de agregação aditivo. 4.
Multicritério. I. Vidal, Priscila da Cunha
Jácome, 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.

JEFFERSON SOUZA MEDEIROS

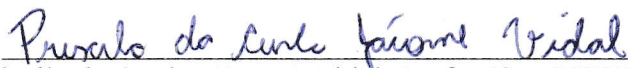
**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE AGREGAÇÃO ADITIVO PARA SELEÇÃO
DO CURSO DE ENGENHARIA EM UMA UNIVERDADE PÚBLICA DO RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

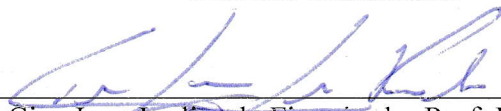
Orientador (a): Prof. MSc. Priscila da Cunha Jácome Vidal

Defendida em: 20 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Priscila da Cunha Jácome Vidal, Prof. MSc. (UFERSA)
Presidente


Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador


Ciro Jose Jardim de Figueiredo, Prof. Dr. (UFPE)
Membro Examinador

A Josenir de Lima Medeiros (*In Memoriam*), meu pai, meu amigo, meu herói e o primeiro que acreditou em mim e me trouxe até esta graduação, e que para sempre será minha fonte de inspiração, persistência e orgulho, um exemplo de pessoa a ser seguido.

A Iracema Albano de Souza, minha avó, um exemplo de força e bondade que tanto me ajudou para que este momento se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por me conceder a vida, a saúde, a força e o entusiasmo para enfrentar as inúmeras missões que me é dada, mesmo nos momentos difíceis e principalmente por permitir que o sonho de ter mais uma etapa profissional concluída se tornasse uma realidade na minha vida.

Agradeço aos meus pais que sempre estiveram do meu lado, me apoiando em todos os momentos da minha vida, todos os ruins e principalmente todos os maravilhosos e felizes. Ao meu pai Josenir de Lima Medeiros (in memoriam) que sempre fez de tudo para ser um ótimo pai, que sempre me protegeu e acreditou em mim, e que se esforçou até o seu último dia para que nunca faltasse nada na vida da nossa família. À minha mãe Maria Arismar, que acredita em mim e me apoia nas minhas decisões.

A minha irmã Jéssica Souza Medeiros que é muito importante para mim, e que mesmo sendo mais nova me apoia e me ajuda sempre em todos os momentos, e que me deu o mais lindo presente do mundo, o meu sobrinho Davi Luis, um menino maravilhoso que me dar forças para lutar só em existir.

A minha avó Iracema Albano de Souza que é minha segunda mãe, e que seu amor me faz querer vencer para que ela possa sentir orgulho da pessoa que ela está ajudando a vencer as dificuldades. Uma mulher generosa de grande coração e na qual serei eternamente grato.

A toda minha família que sempre está do meu lado me apoiando a continuar e a seguir em frente, independente dos obstáculos encontrados no caminho. Sei que sempre estarão ali para me ajudar a levantar e realizar todos os meus sonhos e objetivos. Em especial agradeço a José Orismar que é muito mais que um tio, sempre me ajuda e me dar força nos momentos que preciso, serei eternamente grato.

A minha família que encontrei aqui em Angicos, meus amados amigos. Sou muito sortudo por conviver diariamente com pessoas sensacionais e extraordinárias. Não poderia pedir amigos melhores que não medem esforços para me ajudar quando preciso e que tornam os dias da graduação muito mais feliz. Em especial aos meus amigos e companheiros, Ruth

Samara, Mairlane Silva, Layanne Santos, Antônio Gilson, Antonia Andresa, Letícia Carla, Júlia Kallyne, Wiago Souza e Jefferson Joares, amo todos. Posso dizer com toda certeza, que quero levar essas amizades para todo o sempre.

Agradeço aos meus companheiros da Engenharia de Produção Alison Eduardo e Clara Karinna por toda a cumplicidade que tivemos, por termos nos mantidos fortes e juntos nos momentos bons e difíceis, durante as aulas, provas, trabalhos, seminários e artigos. Obrigado do fundo do coração, vocês foram minha rocha nos momentos que mais precisei, nos momentos que achava que não conseguiria, vocês estavam lá comigo, amo vocês muito. Seremos os três Sannins lendários da Engenharia de Produção para sempre.

Em especial agradeço a Marcos Antônio e a Yara Ginane, que foram durante os últimos anos e na realização deste TCC mais do que amigos, foram a minha força diária, foram meu incentivo, foram meu porto seguro em Angicos, me ajudaram tantas vezes e de tantas formas diferentes que jamais conseguiria colocar tudo aqui. O que posso fazer é abrir meu coração aqui e pedir meu muito obrigado, vocês foram e são fundamentais para mim, não só aqui, mais na minha vida como um todo, quero ter vocês para sempre, vocês são uns dos presentes mais lindos que a UFERSA me deu. Portanto obrigado, espero realizar meus sonhos com vocês ao meu lado realizando o de vocês.

A Yara Ginane agradeço pela proteção, pela preocupação, por toda a ajuda nos momentos que precisei, pelas farras, pelos desabafos, pelos beijos, pela cachaça, por todos os momentos que estive com você e que pude rir de felicidade. Te amo minha grande amiga!

A Marcos Antônio agradeço por ser o homem da minha vida, uma pessoa linda por dentro e por fora, que tem um coração maravilhoso e gigante, que adora fazer o bem para as pessoas e os animais, que se tornou um amigo inesperado, quando te vi pela primeira vez não achei que um dia te amaria tanto e agora estou aqui, agradecendo por todos as conversas e momentos felizes que tivemos juntos. Agora é meu momento, mas desejo que em todos os seus grandes momentos eu possa estar lá para te aplaudir, você merece um mundo de felicidade e o que eu puder fazer para que você consiga ser feliz eu farei, te amo minha loira!

Ao meu amigo Lucas Holanda, que Deus colocou na minha vida para me ajudar a me tornar uma pessoa melhor, mais empática e respeitador. Obrigado meu amigo pelo companheirismo, por todas as conversas, conselhos, por todas as vezes que me ouviu, que me ajudou, e principalmente por ter vindo morar comigo no momento que mais precisei e não tinha ninguém para me ajudar, jamais agradecerei o suficiente, mas saiba que sempre tentarei ser um bom amigo para você, te amo.

A minha querida Juliana Maia e ao magnífico Francisco Neto, duas pessoas totalmente diferentes em sua personalidade, porém ambas com corações lindos. Juliana, obrigado por todas as broncas, sempre levo em consideração o que você diz, acredite, te respeito muito e te amo muito. Neto obrigado pelo companheirismo e por ter sido a melhor pessoa a se dividir casa em toda a minha graduação, você é diferente sim, mas é justamente isso que te faz único e especial, continue assim, as pessoas vão te amar como você é, pelo que você tem de lindo por dentro, assim como te amo, obrigado por ter me aguentado.

A minhas amigas de infância Rosângela Paulo, Taynara Maia e Lohanne Thayna que muito me ajudaram a me tornar a pessoa que sou hoje, pois com a força da nossa amizade consigo enfrentar qualquer adversidade.

A minha orientadora Priscila da Cunha Jácome Vidal que me ajuda sempre a melhorar, me apoia e me atende com muita atenção. É um grande exemplo de pessoa, de engenheira e de professora. Muito obrigado por tudo, sem sua orientação eu não estaria aqui. Para deixar registrado, é a melhor orientadora sim, jamais a trocaria, obrigado professora.

A todos que me ajudaram direto ou indiretamente na realização deste trabalho. Aos docentes que contribuíram diretamente durante toda essa etapa da minha vida e sempre se prestaram a ajudar e tirar todas as dúvidas. Em especial aos professores de Engenharia de Produção da UFRSA Angicos, que são: Priscila da Cunha Jácome Vidal, Natália Veloso, Marianna Pontarolo, Marianna Brasil, Licya Nascimento, Samira Yusef, Daiane Oliveira, Bruna Carvalho, Maria Creuza, Ciro Figueiredo, Thiago Saraiva, Tuíra Avelino, Rochele, Rondinelli, dentre outros. Estes professores se mostraram serem diferentes, demonstrando empatia por seus alunos, inspirando e nos fazendo querer crescer como pessoa e profissional, jamais conseguiria colocar em palavras o quanto agradeço a vocês.

“Acredite no que você sente por dentro e dê
aos seus sonhos asas para voar.”

Beyoncé

RESUMO

Com o desenvolvimento e expansão das universidades no Brasil o número de cursos de graduação aumentou de forma considerável nos últimos anos. Um dos cursos que mais se destaca entre os cursos de graduação são os de Engenharias, vale ressaltar que existem vários tipos de cursos de engenharias, o que pode acabar gerando indecisão aos alunos sobre qual engenharia escolher para cursar. Tendo isto em vista, este trabalho tem como objetivo propor um modelo de agregação aditivo para auxiliar os alunos na escolha do curso de engenharia do segundo ciclo, que se refere a uma etapa do curso de Ciência e Tecnologia, em uma universidade pública do Rio Grande do Norte. Para atingir tal objetivo foi preciso realizar uma análise aprofundada na literatura a respeito do perfil profissional de cada engenharia da universidade em questão, bem como levantar a literatura necessária para poder escolher qual método de apoio à decisão melhor se encaixa com a situação problema deste trabalho. O trabalho foi desenvolvido através de um estudo de caso, para tanto, na construção do modelo foi, inicialmente, levantado os critérios com o apoio de um psicólogo e dos projetos pedagógicos de cada curso, em seguida os pesos foram definidos com o auxílio de profissionais de cada área, por fim, a coleta dos dados utilizados na aplicação do modelo, foi feita através de questionários eletrônicos. Depois da construção do modelo foi feita a validação do mesmo, por meio da aplicação do modelo multicritério em alunos no final do curso de engenharias, o resultado do modelo em cada aplicação foi, exatamente, a engenharia que os alunos já cursavam, foi possível, assim, validar o modelo proposto. Após a validação, o modelo foi aplicado, para auxiliar 3 alunos indecisos do curso de Ciência e Tecnologia da UFRSA, o resultado da engenharia que mais se adequa ao perfil desses alunos foram engenharia civil, engenharia de produção e engenharia química, respectivamente. Por fim, foi possível concluir que o modelo proposto por este trabalho é eficaz e pode ajudar diversos alunos a escolherem qual engenharia cursar.

Palavras-chave: Escolha da Engenharia. Método de apoio à decisão. Modelo de agregação aditivo. Multicritério.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Evasão dos cursos de Engenharia no Brasil	19
Figura 2 - Etapas do método AHP	37
Figura 3 - Estrutura Hierárquica Básica	37
Figura 4 - Estrutura metodológica do trabalho	47
Figura 5 - Etapas da pesquisa	49
Figura 6 - Etapas dos resultados	52
Figura 7 - Alternativas do estudo	53
Figura 8 - Lógica na determinação dos pesos	56
Figura 9 - Descrição do cálculo	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Primeiras Escolas de Engenharia no Mundo	23
Quadro 2 - Principais métodos MCDA	33
Quadro 3 - Família de métodos PROMETHEE	36
Quadro 4 - Escala numérica de Saaty	38
Quadro 5 - Família de método ELECTRE	39
Quadro 6 - Tipos de comparações de métodos multicritérios	44
Quadro 7 - Comparação entre os métodos	45
Quadro 8 - Critérios do modelo	54
Quadro 9 - Pesos dos critérios	55
Quadro 10 - Escala Likert de 5 pontos	57
Quadro 11 - Declaração das variáveis do modelo	58
Quadro 12 - Cálculo da matriz de decisão	58
Quadro 13 - Representação dos Resultados	59
Quadro 14 - Matriz de decisão Aluno 1	61
Quadro 15 - Resultado do Aluno 1	62
Quadro 16 - Matriz de decisão Aluno 2	62
Quadro 17 - Resultado do Aluno 2	63
Quadro 18 - Matriz de decisão Aluno 3	63
Quadro 19 - Resultado do Aluno 3	64
Quadro 20 - Matriz de decisão Aluno 4	65
Quadro 21 - Resultado do Aluno 4	65
Quadro 22 - Matriz de decisão Aluno 5	66
Quadro 23 - Resultado do Aluno 5	66
Quadro 24 - Matriz de decisão Aluno 6	67
Quadro 25 - Resultado do Aluno 6	67
Quadro 26 - Matriz de decisão Aluno 7	68
Quadro 27 - Resultado do Aluno 7	68
Quadro 28 - Matriz de decisão Aluno 8	69
Quadro 29 – Resultado do Aluno 8	70
Quadro 30 - Matriz de decisão Aluno 9	70
Quadro 31 - Resultado do Aluno 9	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Alternativa
ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
C	Critério
CeT	Ciência e Tecnologia
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Algorithm
ESAM	Escola Superior de Agricultura de Mossoró
IC	Índice de Concordância
IES	Instituição de Educação Superior
INEP	Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MACBETH	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MAUT	Multiattribute Utility Theory
MCDM	Multicriteria Decision Making
P	Pesos
PG	Prioridade Global
PML's	Cálculo das prioridades médias locais
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PPL	Problemas de Programação Linear
PROMETHEE	Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation
RN	Rio Grande do Norte
SMART	Simple Multi-Attribute Rating Technique
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Problemática.....	17
1.2 Justificativa	18
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo Geral	20
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4 Estruturação do Trabalho	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Histórico das engenharias no mundo	22
2.2 A Engenharia no Brasil	23
2.3 Engenharias da UFERSA	24
2.3.1 Engenharia Civil.....	25
2.3.2 Engenharia de Produção	26
2.3.3 Engenharia Elétrica.....	27
2.3.4 Engenharia de Petróleo.....	28
2.3.5 Engenharia Química	29
2.3.6 Engenharia Mecânica	31
2.4 Modelos Multicritério de Apoio à Decisão	32
2.4.1 PROMETHEE	34
2.4.2 AHP.....	36
2.4.3 ELECTRE	39
2.4.4 MACBETH	40
2.4.5 Método de agregação aditivo	42
2.5 Avaliação dos métodos.....	43
3. METODOLOGIA	47
3.1 Caracterização da pesquisa.....	47
3.2 Etapas da pesquisa.....	49
3.3 Contextualização do estudo de caso.....	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1 Criação do modelo	52
4.1.1 Determinação das alternativas	52
4.1.2 Criação dos critérios.....	53

4.1.3 Determinação dos pesos dos critérios	55
4.2 Levantamento dos dados	57
4.3 Modelo proposto	58
4.3.1 Declaração das variáveis	58
4.3.2 Modelagem matemática	58
4.4 Validação e aplicação de um Modelo de Apoio à Decisão	60
4.4.1 Validação do modelo.....	60
4.4.2 Aplicação do modelo.....	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
5.1 Recomendações para trabalhos futuros	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DOS CRITÉRIOS.....	82

1. INTRODUÇÃO

A carreira profissional é muito importante para a vida dos trabalhadores, pois esta influencia diretamente na vida e nas relações interpessoais destas pessoas. A influência da carreira profissional sobre a vida dos trabalhadores pode tornar a tomada de decisão sobre a escolha da carreira a seguir uma tarefa difícil de fazer, a falta de maturidade ou de conhecimento torna essa decisão um pouco mais complexa (LUCAS; FORTUNATTI, 2013).

Fonseca e Azevedo (2007) afirmam que o conhecimento traz diversas alternativas de cursos, que pode deixar os novos universitários indecisos, justamente devido ao acesso a informação de que existem diversos cursos superiores diferentes a serem escolhidos. Sendo assim, a dimensão da escolha do curso superior deve levar em consideração o futuro e pensar na carreira e sua continuidade, não pensar apenas no presente, pois tal escolha exerce grande poder sobre a vida do futuro aluno e profissional.

Muitos fatores e aspectos aumentam a possibilidade de risco ao se pensar sobre o mercado de trabalho e o futuro profissional. Os alunos estão vivenciando um momento histórico, onde desde a década passada está havendo um aumento no número de cursos superiores, estatísticas que são divulgadas pela mídia sobre o desemprego e o aumento do tempo de permanência nas universidades, entre outros fatores (Pochmann, 2007).

Segundo Almeida, Mello e Silva (2011) diversos aspectos da vida influenciam nas tomadas de decisões de uma forma geral, na escolha do curso superior não é diferente, a família, a escola e o mercado de trabalho exercem influência direta sobre a escolha profissional de um adolescente por exemplo.

No tocante a família, os pais conseguem intervir no sentido de ofertar ou não recursos financeiros, na formação educacional que proporcionaram aos seus filhos ao longo dos anos, no diálogo sobre a escolha do curso superior, na reprovação ou aprovação das escolhas, na criação de expectativas e resultados, além de realizarem cobranças que podem influenciar diretamente no processo de decisão de seus filhos (ALMEIDA; MELLO; SILVA, 2011).

Diante de várias opções de cursos para os jovens escolherem, os Métodos multicritério surgem como apoio nas tomadas de decisões, uma vez que estes já são amplamente usados em vários tipos de tomadas de decisão, como em empresas manufatureiras e de serviços (ALMEIDA, 2013). Estes métodos utilizam-se de mais de um critério para avaliar uma ou mais alternativas, ficando assim conhecidos como métodos de decisão multicritério ou métodos Multicriteria Decision Making (MCDM) (ALMEIDA, 2013).

Os Métodos Multicritérios se mostram ter grande valor, por se tratarem de um conjunto de ferramentas que abordam decisões difíceis de serem tomadas em organizações, auxiliando os gestores nestas situações de incerteza, normalmente complexas e de objetivos conflitantes. Deve ainda ser ressaltado que estes métodos têm a capacidade de auxiliarem nas mais diversas áreas e dimensões de uma sociedade e não necessariamente somente em empresas (WANG, 2010). Então se os métodos multicritérios conseguem ajudar a tomar decisões, é esperado que os mesmos possam atingir diversos públicos com diferentes necessidades. No caso da indecisão de qual curso escolher, um método multicritério que ajudasse nessa decisão seria muito bem vindo para ajudar os indecisos (WANG, 2010).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de Agregação Aditivo para auxiliar os alunos do curso de Ciência e Tecnologia (CeT) na escolha da engenharia específica que irá cursar após a conclusão do curso. Esta proposta visa ajudar aos alunos indecisos sobre qual engenharia escolher, sendo esta uma decisão de grande importância que pode determinar o futuro profissional e acadêmico deste aluno.

1.1 Problemática

De acordo com Ogushi e Bardagi (2015) a Orientação Vocacional tem o intuito de determinar as preferências e gostos de uma pessoa, buscando por aspectos que possam influenciar no processo de escolhas profissionais, com o intuito de ajudar ao indivíduo a tomar decisões mais assertivas, para que assim possibilite aos futuros universitários uma entrada mais segura no mercado. O indivíduo é induzido a ir atrás de experiências profissionais que se assemelham a estas características devido à vontade de se entender e de autoconhecer, por isto estes acabam instigados a analisarem seus interesses e valores. Mas é necessário ressaltar que nem sempre os possíveis novos universitários seguem o resultado do teste, assim como também nem sempre o resultado é totalmente correto, este serve para orientar e sugerir um possível caminho de sucesso, que pode ser ou não o mais apropriado para uma determinada pessoa (OGUSHI; BARDAGI, 2015).

Parecido com a Orientação Vocacional, que como dito, auxilia nas tomadas de decisões apontando um caminho a seguir, existem modelos de análise multicritério que utilizam de programação e matemática para auxiliarem nas tomadas de decisões, nos mais diversos âmbitos (ALMEIDA; COSTA, 2003).

Segundo Almeida e Costa (2003) o apoio multicritério a decisão pode ser entendido como um agrupamento de métodos que visa tornar nítido um determinado problema que se deseje solucionar, no qual as alternativas a serem escolhidas são analisadas por meio de múltiplos critérios, previamente selecionados e relacionados ao problema, os quais são conflitantes, na maioria das situações. Sendo assim, frequentemente são usados métodos que utilizam o tratamento de superação, objetivando selecionar um subconjunto de um conjunto finito de possibilidades, que são as alternativas ou até mesmo ordená-las. Existem outras maneiras de classificar os métodos de superação, como por exemplo: sobreclassificação, prevalência ou subordinação e síntese (Gomes et al., 2002).

Como visto existe uma dificuldade para decidir qual curso escolher, na grande maioria das vezes. Dessa forma, este trabalho faz o seguinte questionamento: O método multicritério de apoio à decisão pode auxiliar os alunos na tomada de decisão sobre qual engenharia escolher?

1.2 Justificativa

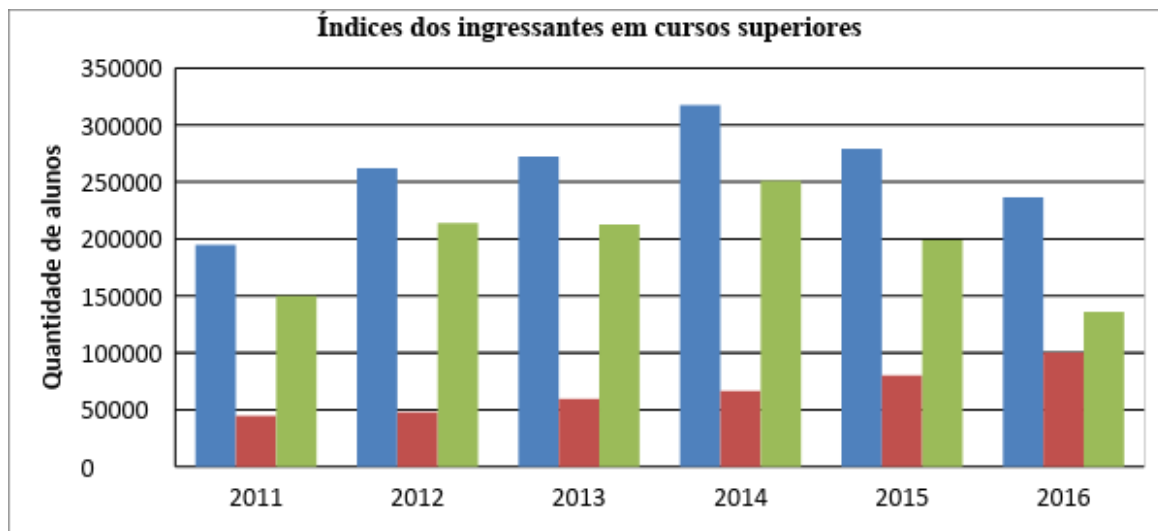
No Brasil a média anual de abertura de novos cursos de Engenharia cresceu de forma rápida e ampla após a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), expandindo a oferta para diversos estados do Brasil. Entre os anos de 1989 e 1996 aproximadamente 12 novos cursos foram abertos ao ano, já entre 1997 e 2005 cerca de 80 novos cursos foram criados em média por ano. Depois do ano de 2005, a média da quantidade de cursos de Engenharia passou de 100 cursos por ano para mais de 200 cursos criados entre os anos de 2010 e 2012 (OLIVEIRA et al., 2013).

O aumento da oferta de cursos de engenharia do Brasil está diretamente relacionado ao desenvolvimento da tecnologia e da indústria, bem como das condições econômicas, sociais e políticas do país, sofrendo influência até mesmo das relações internacionais com os outros países. Sendo assim, é possível afirmar que o aumento do número de cursos de Engenharia no Brasil é decorrente dos ciclos econômicos e políticos pelos quais o Brasil e o mundo vêm passando nos últimos anos (OLIVEIRA et al., 2013).

Juntamente com o aumento da oferta de cursos de Engenharia é possível perceber a partir das pesquisas realizadas pelo INEP (Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais

Anísio Teixeira) que houve um aumentando no número de novos ingressantes nesses cursos entre os anos de 2011 e 2014, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Evasão dos cursos de Engenharia no Brasil



Fonte: Adaptado de INEP (2017).

Analisando o gráfico fica evidente a grande disparidade entre o número de ingressante nos cursos de engenharia em relação ao número de concluintes, é possível então afirmar que se trata de um curso de grandes índices de evasão nas Universidades. Em todos os anos a taxa de evasão superou a de concluintes, os anos mais críticos foram os de 2011, 2012, 2013 e 2014, com as taxas de 77,04%, 81,7%, 78,11% e 79,02 respectivamente. Diversos fatores podem influenciar para que esta evasão ocorra, um exemplo pode ser o descontentamento por causa de uma escolha errada do curso, até mesmo a escolha da engenharia errada.

A não identificação com um curso pode pesar bastante para o estudante, desmotivando-o e até mesmo o levando a desistência, por isto é muito importância à escolha do curso certo. Com a engenharia não é diferente, existe uma grande demanda de pessoas que buscam a engenharia por ser um curso conhecido e desejado, também por ser um curso de exatas, que chama atenção dos que gostam desta área (GOMES; LOPES; NIETO, 2005).

De acordo com Oliveira et al. (2013) além da grande oferta de cursos existe também um grande número de cursos de engenharia que são ofertadas pelas universidades. Algumas das engenharias mais conhecidas são: Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Elétrica, dentre outras.

Tendo em vista toda esta problemática da indecisão devido ao grande número de cursos superiores e os diversos tipos de engenharias diferentes é que foi decidido que o presente trabalho será realizado levando em consideração o Bacharelado em Ciência e

Tecnologia que foi criado pela DECISÃO CONSUNI/UFERSA nº 049/2008, de 03 de julho de 2008, que visa viabilizar a formação em ciclos. O primeiro ciclo é justamente Ciência e Tecnologia, onde os alunos estudam disciplinas da base comum das engenharias, por um período de três anos, já o segundo ciclo é onde estes alunos cursaram uma engenharia específica de sua escolha, com duração de dois anos.

Os alunos de Ciência e Tecnologia passam por um momento onde eles devem decidir entre um ciclo e outro, sobre qual engenharia seguir, esta é uma decisão de grande importância para a vida destes estudantes. No momento que uma pessoa é colocada para escolher um caminho ela deixa alternativas de lado em detrimento da sua escolha, por isso é normal que muitas vezes aconteça destas pessoas ficarem indecisas, em relação à escolha do curso que irá cursar este processo de dúvida é chamado de indecisão vocacional (SPARTA, 2003).

Um modelo multicritério pode ajudar os alunos indecisos a tomarem uma decisão, pois este funciona a partir de programação matemática, podendo alinhar critérios ao perfil do estudante, fazendo com que o mesmo consiga um ponto de vista que o auxilie nesta decisão.

1.3 Objetivos

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de agregação aditivo para auxiliar os alunos do curso de Ciência e Tecnologia a escolherem qual engenharia cursar em uma universidade pública do RN.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar cada curso de engenharia de segundo ciclo da UFERSA;
- Escolher o método para a situação problema deste trabalho;
- Levantar os critérios de decisão;
- Definir os pesos dos critérios;
- Aplicar o questionário para coletar os dados;
- Elaborar, validar e aplicar o Modelo.

1.4 Estruturação do Trabalho

O trabalho está organizado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Trata-se da parte de introdução da pesquisa sendo um capítulo composto por alguns dados estatísticos dos índices de entrada nos cursos de engenharia, relacionando este número de entrada com os que desistem, mostrando assim a evasão dos cursos de engenharia. Traz também considerações iniciais relacionadas à indecisão de se escolher um curso superior, bem como os inúmeros fatores que podem influenciar na tomada de decisão. Neste capítulo também é apresentado o conceito de multicritério e de como este é usado atualmente para auxiliar pessoas e organizações a tomarem decisões. Ainda faz parte deste capítulo a apresentação da situação-problema, a justificativa e os objetivos determinados.

Capítulo 2 – Traz o referencial teórico, onde são abordados os seguintes assuntos: Histórico e surgimento das engenharias no mundo, A Engenharia no Brasil, Engenharias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Modelos Multicritério de Apoio à Decisão e Avaliação dos métodos.

Capítulo 3 – Apresenta a metodologia do estudo descrevendo a natureza, objetivo, abordagem e procedimento da pesquisa. Ainda traz as etapas da pesquisa e a contextualização do estudo de caso.

Capítulo 4 – Refere-se aos resultados e as discussões do trabalho, onde foi elaborado o modelo proposto, validado e aplicado nas amostras.

Capítulo 5 – Apresenta as considerações finais relacionando os objetivos do trabalho com os resultados alcançados e as recomendações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção apresentará à revisão de literatura acerca dos temas relevantes de serem abordados pela problemática deste trabalho, com o objetivo de aprender e melhorar o entendimento sobre o que se pretende com a construção de um modelo multicritério. Para tanto os tópicos foram divididos na seguinte sequência: Histórico das engenharias no mundo, A Engenharia no Brasil, Engenharias da Ufersa, Modelos Multicritério de Apoio à Decisão e Avaliação dos métodos.

2.1 Histórico das engenharias no mundo

De acordo com Oliveira e Almeida (2010) a origem da engenharia é tão antiga que pode ser confundida com a origem da civilização, para tanto a mesma deve ser entendida como sendo: a construção, desenvolvimento e transformação de materiais em produtos e ferramentas a partir da utilização de técnicas e métodos transformadores.

O homem começou a fazer uso da engenharia para seu próprio benefício quando percebeu que existiam algumas vantagens, como por exemplo, no uso de um pedaço de madeira para prolongar o braço para alcançar determinadas coisas e também ao se arremessar uma pedra contra um alvo. Por outro lado, sua origem é relativamente recente, se considerarmos a engenharia como sendo um conjunto de conhecimentos organizados e estruturados em bases científicas, principalmente se for dentro do contexto da educação superior (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010).

Ainda de acordo com os mesmos autores, os avanços da ciência e da tecnologia estão intrinsecamente relacionados com a evolução e desenvolvimento da Engenharia e da Educação em Engenharia.

A cada dia a tecnologia avança mais, para isso ela se torna mais exigente, com necessidade de conhecimentos de base matemática, física, química, expressão gráfica, entre outros, para que assim consiga realizar seus objetivos de solucionar problemas e projetar soluções, dessa forma a tecnologia acaba por se tornar objeto de estudo e aplicação do campo da Engenharia. O curso de engenharia de antigamente são diferentes dos de hoje, a origem dos cursos de Engenharia com uma organização parecida com a dos atuais cursos coincide com a Revolução Industrial Europeia, que foi iniciada no Reino Unido, século XVIII (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010).

O primeiro estabelecimento de ensino de engenharia foi à *École Nationale des Ponts et Chaussées*, fundada em 1747, na cidade de Paris, por iniciativa de Daniel Trudaine, sendo assim a primeira escola para o ensino formal de engenharia do mundo e que diplomou profissionais com o título de “engenheiro” (PARDAL, 1986).

Segundo Telles (1994) nos outros países do mundo os primeiros cursos regulares de Engenharia começaram a parecer alguns anos mais tarde, os principais deles estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 - Primeiras Escolas de Engenharia no Mundo

Ano	Local	Denominação
1790	Lisboa/Portugal	Academia Real de Artilharia, Fortificação e desenho
1792	Rio de Janeiro/Brasil	Real Academia de Artilharia, Fortificação e desenho
1802	West Point/EUA	Academia West Point
1803	Espanha	(Sem informações)
1815	Viena/Áustria	Instituto Politécnico de Viena
1821	Berlim/Alemanha	(Sem informações)

Fonte: Adaptado de Telles (1994).

Mesmo antes de existirem estas Escolas regulares de Engenharia no mundo já havia profissionais que atuavam como engenheiros. Estes tinham uma formação baseada na prática e o aprendizado era adquirido por meio de “aulas” de matemática, física e de técnicas disponíveis na época (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010).

Como visto no Quadro 1, o Brasil começou a ter ensino em engenharia muito cedo, em relação a outros países do mundo, isso pode ter se dado devido a influência de Portugal, que como visto no Quadro, dois anos antes abriu a sua primeira escola de Engenharia.

2.2 A Engenharia no Brasil

Oliveira et al. (2013) ressalta a importância de deixar claro que os primeiros cursos de Engenharia foram criados em Instituições diferentes das que se tem nos dias de hoje, sendo denominada assim de Escolas de Engenharia, isto ocorreu devido, a demora na chegada do modelo de Universidade no Brasil. Portanto, o termo Escola de Engenharia passou a ser usado para se referir e nomear uma Instituição de Educação Superior (IES) que ofertam cursos de Engenharia (OLIVEIRA et al., 2013).

O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA (2010) apresenta uma breve evolução do ensino superior em Engenharia no Brasil, temos que durante a década de 1950, 14 estados brasileiros, de um total de 21 começaram a ter Escolas de Engenharia. O

início da década de 50 foi marcado por um momento onde se voltava ao desenvolvimento novamente, isso devido ao fim da Segunda Guerra Mundial. O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) foi criado também na década de 50, este que era vinculado com o Ministério da Aeronáutica e com o curso de Engenharia Aeronáutica. Já próximo do fim desta década, o Brasil possuía 28 escolas de engenharia por entre 14 Estados da Federação, porém levando em consideração o desenvolvimento econômico, estas novas escolas continuavam abrindo suas portas e se concentrando na região sudeste do Brasil. Na década seguinte, motivado pelas políticas de Juscelino Kubitschek, o governo Brasileiro continuou abrindo novas escolas de Engenharia (CONFEA, 2010).

Os primeiros cursos de Engenharia que tinham por objetivo transformar seus alunos em profissionais capacitados, fugindo do termo “Escolas de Engenharia” e já se tornado cursos formais surgiram na UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) no início dos anos 60, estes cursos tinham como enfoque a área de Engenharia – Saúde e Ambiente (OLIVEIRA et al., 2013).

Continuando na evolução do ensino superior tivemos um grande avanço no fim dos anos de 1970, de acordo com o Confea (2010) neste momento o Brasil contava com 117 escolas em funcionamento. Já na década de 80 o crescimento do ensino superior foi bem inferior à década passada, mas ainda foi possível que o Brasil entrasse nos anos 90 com mais de 130 Escolas de Engenharia. A década de 90 foi de grande importância para o ensino superior, o Brasil aumentou muito seus números, quadruplicou a quantidade de Universidades de Engenharia. No ano de 2008, o Brasil já contava com mais de 450 Escolas de Engenharia espalhadas por seus estados (CONFEA, 2010).

2.3 Engenharias da UFERSA

O curso de bacharelado em Ciência e Tecnologia - CeT, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso – PPC, CeT tem grande ênfase nas áreas de ciências exatas e naturais, englobando 55% da matriz curricular, 26% dessas são disciplinas específicas do ramo da engenharia, já incluindo as disciplinas eletivas, por outro lado, com uma representação bem menor têm-se as disciplinas da área de ciências sociais aplicadas e humanas, que somadas às ciências ambientais representam apenas 19% das unidades curriculares (UFERSA, 2010).

Ciência e Tecnologia é apenas a primeira etapa da formação de engenheiros da UFERSA, com duração estimada de três anos e contemplando a formação básica das engenharias de forma geral. Ao concluir CeT, o aluno tem o poder de optar por uma das engenharias oferecidas pela instituição, que podem ser ingressadas por meio de CeT, que são: Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia de Petróleo, Engenharia Química e Engenharia Mecânica (UFERSA, 2010).

2.3.1 Engenharia Civil

A definição de profissional da Engenharia Civil no Brasil remonta ao 23.569/1933, posteriormente à Resolução 218 do CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), bem como a Resolução do CONFEA Nº 1.010, DE 22 DE AGOSTO DE 2005.

Ainda de acordo com o CONFEA (2005) o profissional de Engenharia Civil deverá estar consolidado por uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, com aprofundamento nas disciplinas de cálculo e física, necessárias para que estes profissionais trabalhem com estruturas. O Engenheiro Civil deve ser capacitado para atuar nas áreas de Estruturas, Construção Civil, Geotecnia e Transportes, Saneamento e Recursos Hídricos (UFERSA, 2017).

Segundo as diretrizes do Sistema CONFEA (2005), este profissional deve ser dotado de conhecimentos que o possibilite planejar, projetar, executar, dirigir e supervisionar, além disto, estes devem ser capazes de lidar com problemas indicando soluções técnicas adequadas, duráveis e seguras, sempre buscando soluções eficientes quanto aos resultados, custos e o meio ambiente.

O Engenheiro Civil tem suas atividades regulamentadas pelo CONFEA. A resolução do CONFEA Nº 1.010, de 22 de agosto de 2005 dispõe para efeito de fiscalização no Artigo 5º as seguintes atividades:

Atividade 1 - Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;

Atividade 2 - Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;

Atividade 3 - Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;

Atividade 4 - Assistência, assessoria, consultoria;

Atividade 5 - Direção de obra ou serviço técnico;

Atividade 6 - Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;

Atividade 7 - Desempenho de cargo ou função técnica;

Atividade 8 - Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;

Atividade 9 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração, controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra ou serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra ou serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de serviço técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 17 – Operação, manutenção de equipamento ou instalação; e

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

2.3.2 Engenharia de Produção

Segundo a ABEPRO (2014) é responsabilidade da Engenharia de Produção desenvolver atividades ligadas ao projeto, aperfeiçoamento e implantação de sistemas integrados de materiais, pessoas, informações, equipamentos e energia, para que assim seja possível produzir bens e serviços, de maneira econômica e obedecendo aos preceitos éticos e culturais. O Engenheiro de Produção deve ser capaz de prever, especificar e avaliar os resultados obtidos com o aperfeiçoamento dos sistemas e alterações feitas, refletindo sobre a influência destas ações para a sociedade e o meio ambiente. Para realizar suas atividades de forma eficiente o Engenheiro de Produção pode recorrer a conhecimentos especializados de matemática, física, ciências humanas e sociais, bem como se utilizar dos conceitos e métodos de análise e projetos de engenharia. (SANTOS, et. al. 2008).

A Engenharia de Produção é composta por dez áreas de atuação, estas que buscam melhorar todo o processo produtivo de uma empresa, levando em consideração toda a sua cadeia de suprimento (UFERSA, 2014). Portanto, é possível afirmar que esta engenharia tem

um grande campo de atuação, devido a isto, a ABEPRO (2019) estabeleceu quais são as dez áreas que compõe a Engenharia de Produção, que são:

1. Engenharia de operações e processo da produção;
2. Logística;
3. Pesquisa operacional;
4. Engenharia da qualidade;
5. Engenharia do produto;
6. Engenharia organizacional;
7. Engenharia econômica;
8. Engenharia do trabalho;
9. Engenharia da sustentabilidade;
10. Educação em engenharia de produção.

2.3.3 Engenharia Elétrica

Com o crescimento do uso da energia elétrica a indústria de equipamentos de potência se desenvolveu para acompanhar o ritmo do mercado, chegando a criar formas de aproveitar as fontes renováveis de energia e integrá-las na rede elétrica. Outro setor da indústria de energia que está se desenvolvendo é a área relacionada à automação e controle, que está investindo no desenvolvimento e criação de robôs, que podem ser aplicados em diversos setores da indústria e do comércio. A área de grande destaque é a de telecomunicações, uma vez que a comunicação entre as pessoas passou a ser de fundamental importância, devido à globalização e ao surgimento das novas tecnologias, por isso, atualmente todo o planeta está interconectado pelos sistemas de telecomunicações (UFERSA, 2017).

O Engenheiro Eletricista deve ter uma formação generalista, com conhecimento nas áreas básicas que envolvem as engenharias, como cálculo, física, ciências humanas e sociais, bem como nas áreas de telecomunicações, eletrônica, sistemas de energia, automação e controle. Com esses conhecimentos o campo de atuação deste profissional se torna bastante amplo, podendo este atuar em diversas áreas diferentes (UFERSA, 2017).

Tomando como base as Diretrizes Curriculares da UFERSA (2017), é esperado que o egresso consiga ser um profissional que planeje, projete, execute, dirija, supervisione e analise

atividades que estejam direta ou indiretamente relacionadas ao processamento da energia elétrica e/ou da informação, isto é possível por meio de grande embasamento tecnológico e científico, lembrando também de manter sempre uma visão crítica das questões ambientais, econômicas, políticas, éticas e sociais do país como um todo. Atitude empreendedora é uma característica positiva que estes profissionais devem ter, pois esta atitude ajuda na avaliação de situações de risco, bem como na identificação de oportunidades de mercado (UFERSA, 2017).

2.3.4 Engenharia de Petróleo

De acordo com a UFERSA (2011) o Engenheiro de Petróleo é muito exigido nas atividades e setores que envolvem exploração de campos marginais, isto ocorre porque o campo de atuação do Engenheiro de Petróleo é bastante amplo, entre as atividades em que este profissional é capaz de atuar podemos ressaltar a área que envolve o desenvolvimento do armazenamento de óleo e gás que são descobertos no decorrer da fase de exploração de um campo ou poço de petróleo. A Engenharia de Petróleo pode ainda ser separada em quatro áreas básicas de atuação:

- Engenharia de Poço (perfuração e completção);
- Engenharia de Reservatórios;
- Engenharia de Produção; e
- Economia do Petróleo.

Porém, vale ressaltar, que a característica mais marcante da Engenharia de Petróleo é a multidisciplinaridade, pois esta envolve uma ampla gama de conhecimentos e apresenta relações próximas com as áreas de Geofísica e Geologia, Química e Engenharia Química, Controle e Automação e Tecnologia Onshore/Offshore, dentre outras áreas (UFERSA, 2011).

No que diz respeito às atividades do Engenheiro de Petróleo, o CONFEA regulamenta na sua Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, no artigo 16 desta resolução, que este profissional deve ser capaz de desenvolver e executar todas as dezoito atividades determinadas referentes ao exercício da profissão de engenharia, porém estas atividades devem ser: “referentes ao dimensionamento, avaliação e exploração de jazidas petrolíferas, transportes e industrialização do petróleo, seus serviços afins e correlatos”.

Portanto, o Engenheiro de Petróleo deve estar capacitado para trabalhar em todos os setores, ramos e áreas correlatas e relacionadas à indústria do petróleo, deve saber lidar com equipes multidisciplinares com diversos profissionais diferentes, fazendo a integração entre estes que são responsáveis por projetos de desenvolvimento de campos de petróleo, devendo focar também nas questões que envolvem a produção de petróleo na parte terrestre aplicada a campos considerados como marginais (UFERSA, 2011).

2.3.5 Engenharia Química

A Engenharia Química está intimamente ligada ao estudo, desenvolvimento e supervisão de atividades e processos industriais, fazendo uso de conceitos de transformações físico-químicas, trabalhando com diferentes matérias-primas, para assim gerar produtos que despertem o interesse industrial por parte das empresas, bem como o interesse comercial, por parte dos consumidores (UFERSA, 2014).

As responsabilidades do Engenheiro Químico que trabalha na área dos processos industriais são: realizar o projeto, construção e operação das plantas industriais. Dessa forma se fazendo possível não só fabricar produtos, mas também criar e desenvolver novos produtos e processos, para tanto é necessária uma postura profissional que se baseia na ética para projetar, montar e comandar indústrias que fabriquem insumos ou produtos acabados (UFERSA, 2014).

De acordo com a UFERSA (2014) o curso de Engenharia Química é formado por uma base focada na resolução de problemas tecnológicos direcionados a áreas vitais, como:

- Água;
- Alimentos;
- Energia e ambiente;
- Desenvolvimento de processos de produção;
- Purificação;
- Distribuição; e
- Preservação.

O profissional de Engenharia Química têm uma formação abrangente que em alguns momentos pode ser aprofundada em determinadas áreas, o profissional de Engenharia

Química está capacitado para trabalhar em diversos ramos da indústria, bem como em órgãos que prestam assessoria e consultoria para outras empresas, em institutos de pesquisa e em universidades, este pode ainda trabalhar também como profissional autônomo em empresas fazendo uso de conceitos importantes de Matemática, Física, Química e Biologia, fazendo uso também de ferramentas computacionais, que usam como referência os aspectos econômicos, ambientais e sociais, para que assim estas consigam desenvolver e gerenciar indústrias de insumos ou produtos acabados, que sejam úteis e importantes para a sociedade (UFERSA, 2017).

O Engenheiro químico também deve estar apto e capacitado para realizar a criação e aperfeiçoamento de processos de fabricação ou beneficiamento de produtos, alocando novas tecnologias e melhorando as que já estão em funcionamento, deve também analisar e verificar a viabilidade econômica de acordo com os custos e a segurança dos processos, ele também deve estar apto a desenvolver tecnologias limpas, de caráter mais sustentáveis, além de ser o responsável por administrar e supervisionar equipes. Estas são algumas das tarefas destinadas ao Engenheiro Químico (UFERSA, 2017).

Como apresentado no projeto pedagógico do curso da UFERSA (2017), o profissional de Engenharia Química desempenha atividades em diversos setores diferentes de produtos e serviços, para tanto, é necessário que o processo esteja relacionado com transformações físico-químico de matéria-prima em produto final, bem como em processos de tratamento de água e rejeitos industriais. Exemplos dos diversos setores de atuação desse engenheiro tem-se:

- Indústria metalúrgica;
- Indústria Petroquímica;
- Indústria Alimentícia; e
- Indústria Farmacêutica.

Estas indústrias transformam insumos em uma ampla variedade de produtos, que são utilizados no dia-a-dia dos consumidores, e que como vimos anteriormente é produzida por indústrias químicas, tais como:

- Alimentos;
- Açúcar e álcool;
- Combustíveis;
- Polímeros;
- Papel e celulose;

- Fertilizantes, pesticidas e fungicidas;
- Produtos de limpeza e higiene;
- Cerâmicas, cimento e vidro; e
- Fibras sintéticas;

2.3.6 Engenharia Mecânica

O Curso de Engenharia Mecânica segundo a UFERSA (2011) tem por objetivo formar profissionais com conhecimentos e capacitados a trabalharem nas áreas de:

- Projeto Mecânico e Sistemas Mecânicos;
- Materiais e Processos de fabricação;
- Termodinâmica e Mecânica dos fluidos;
- Petróleo;
- Gerenciamento e Controle de Processos;
- Manutenção e Montagem; e
- Pesquisa.

O Curso de Engenharia Mecânica de acordo com a UFERSA (2011) oferece um campo de atuação bastante amplo, fazendo necessário que este engenheiro saia para o mercado preparado para atuar em diversas áreas, como por exemplo:

- Fiscalização, perícias, laudos técnicos, empresas de consultoria, assessoria, todos estes na área de mecânica;
- Governos federal, estadual e municipal, autarquias e associações na operação, planejamento, projeto, manutenção e controle de equipamentos mecânicos;
- Em indústrias, na área de operação, manutenção e supervisão de processos industriais;
- Projeto e construção de plantas industriais e sistemas mecânicos; Indústrias automotivas;
- Universidades e outros Institutos de ensino, dando treinamentos e no ensino de curso técnico, superior e especialização;
- Na área de petróleo e gás;
- Em Institutos de Pesquisa;

- Na área de energia como em termelétricas, hidrelétricas e nos parques eólicos;
- Empresas de mineração;
- Empresas têxteis;
- Empresas de fabricação de cimento e cerâmica.

2.4 Modelos Multicritério de Apoio à Decisão

Os métodos multicritério estão cada vez mais presentes nas organizações para auxiliar as tomadas de decisões. Porém, não existe apenas um modelo multicritério que pode ser usado, mas sim uma grande variedade de métodos que estão disponíveis. Sendo assim, Al-Kloub, Al-Shemmeri e Pearman (1997) afirmam que é necessário levar em consideração que alguns destes métodos são específicos para determinadas aplicações e situações, já outros não podem ser considerados ferramentas úteis, pois podem exigir recursos sofisticados de hardware e software ou até mesmo informações importantes não disponíveis e difíceis de conseguir.

Os problemas de multiatributo lidam com alternativas discretas, existem duas grandes escolas que classificam os métodos da seguinte forma: a americana e a francesa, porém existem métodos que não se encaixam totalmente em nenhuma destas classificações como, por exemplo, o MACBETH (RANGEL; GOMES, 2010). A escola americana se baseia nos desenvolvimentos de Borda e como exemplo dos seus métodos principais têm-se o AHP (SAATY, 1980) e a teoria de utilidade multiatributo MAUT (KEENEY; RAIFFA, 1993). Esta escola acredita nas técnicas de agregação multicritério, com critério único de síntese (GOMES JÚNIOR et al., 2011). Enquanto a escola francesa tem raízes no trabalho de Condorcet, destacando a família ELECTRE (ROY, 1991) e o PROMETHEE (BARBA-ROMERO; POMEROL, 1997). A escola francesa foca mais no conceito da relação de superação para proteger a agregação sem critério único de síntese (GOMES JÚNIOR et al., 2011).

Figueira, Greco e Ehrgott (2005) e Polatidis et al. (2006) defendem a ideia de que os métodos de MCDA mais tradicionais e estabelecidos podem ser classificados e separados em três métodos, que são: Métodos de critério único de síntese, Métodos de Superação (em português pode ainda ser chamado de Métodos de Sobreposição), e em Teoria da Utilidade Multiatributo.

De acordo com Almeida (2013), os métodos de critério único de síntese unificam as avaliações das alternativas em uma única função de valor global, para assim escolher a alternativa que obtenha o maior valor global $V(A_{ij})$. Segundo Costa et al., (2007) no que diz respeito aos Métodos de Superação, um conjunto de alternativas (A) de característica finita é ponderado à luz de um conjunto de critérios (C), construindo assim relações de sobreclassificação não compensatórias entre as alternativas em estudo. Estas ligações nada mais são do que relações que se caracterizam pela não criação de uma função única que junte os desempenhos alcançados, considerando todos os critérios do estudo. Na Teoria da Utilidade Multiatributo os métodos se caracterizam por buscar uma função que crie diferentes funções de utilidade em uma única função (COSTA et al., 2007).

Com base na literatura de Figueira, Greco e Ehrgott (2005), Polatidis et al. (2006) e Almeida (2013) os principais métodos de auxílio multicritério à decisão são: Promethee, Electre, Regime, Multiattribute Utility Theory (MAUT), Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART), Analytic Hierarchy Process (AHP), Analytic Network Process (ANP), Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH) e o Método de agregação aditivo.

Dessa forma, serão discutidos quatro destes métodos, a forma de escolha desses foi feita a partir da análise de viabilidade de uso destes métodos, bem como a analisando a situação problema em questão. Os métodos escolhidos para serem abordados podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais métodos MCDA

Método	Classificação	Referências
PROMETHEE	Método de superação	Brans, Mareschal e Vincke (1984) e Brans, Vincke e Mareschal (1986)
AHP	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1977) e Saaty (1980)
ELECTRE	Método de Superacão	ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY; BERTIER, 1971); ELECTRE III (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IV (ROY, HUGONNARD, 1981); ELECTRE IS (ROY; SKALKA, 1985); ELECTRE TRI (YU, 1992; MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000).
MACBETH	Teoria da Utilidade Multiatributo	Bana e Costa e Vansnick (1994)
AGREGAÇÃO ADITIVO	Método de critério único de síntese	Almeida (2013), Bana e Costa (1989) e Xavier da Silva (1992)

Fonte: Adaptado de Rodriguez, Costa e Carmo (2013).

Como pode ser visto no quadro acima a primeira coluna se refere ao método, já a segunda coluna apresenta a classificação destes métodos com base nos autores citados

anteriormente. A terceira coluna fica responsável por apresentar as referências dos autores de cada método.

2.4.1 PROMETHEE

O método PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*) é um método de fácil compreensão, onde os seus conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação apresentam algum significado econômico ou físico de rápida assimilação pelo decisor. Este método tem por objetivo construir e explorar uma relação de sobreclassificação de valores. Em 1982 os métodos PROMETHEE foram propostos pela primeira vez e continuam de ser objeto de desenvolvimento e adaptações complementares (Brans & Mareschal, 2002).

Estes métodos são utilizados em situações de problemas multicritério do tipo:

$$\text{Max}\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_j(x), \dots, f_k(x) \quad \forall x \in A\} \quad (1)$$

Neste contexto A é um conjunto finito enumerável de n ações potenciais em $f_j(\cdot)$, $j=1,2,\dots,k$, k critérios, onde A é empregado sobre o conjunto dos números Reais. Vale salientar que cada critério tem unidade própria, isto vale para aqueles critérios que são para maximizar e outros são para minimizar.

Para que o PROMETHEE seja utilizado corretamente este exige conhecimento de conceitos utilizados em sua construção, um desses conceitos é a relação de sobreclassificação, conforme descrita a seguir:

- w_j – trata-se do peso dos critérios e significa a importância que cada critério representa.
- $f_j(a)$ – representa o valor ou o desempenho da alternativa em estudo em relação ao critério j.
- $F_j(a,b)$ – trata-se da função de preferência, valor este que varia de zero a um e serve para representar a atitude ou comportamento do decisor frente às diferenças advindas das comparações par a par entre as alternativas, para um determinado critério (Brans & Mareschal, 2002).

- q – é responsável por representar o limite de indiferença, no caso, o maior valor para $[f_j(a) - f_j(b)]$ abaixo do qual existe uma indiferença.
- P – é responsável por representar o limite de preferência, no caso, o menor valor para $[f_j(a) - f_j(b)]$ acima do qual existe uma preferência específica.
- $P(a,b)$ – trata-se do grau de sobreclassificação entre a e b , também conhecido por índice de preferência multicritério. A forma de calcular é:

$$\Pi(a,b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j F_j(a,b) \quad \text{onde, } W = \sum_{j=1}^n w_j \quad (2)$$

- $F^+(a)$ – é o fluxo de saída e demonstra a média de todos os graus de sobreclassificação de a , respeitando todas as outras alternativas, é representado pela expressão:

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(a,b)}{n-1} \quad (3)$$

É importante ressaltar que quanto maior $F^+(a)$, melhor é a alternativa.

- $F^-(a)$ é o fluxo de entrada que representa a média de todos os graus de sobreclassificação de todas as alternativas envolvidas, sobre a , é representado pela expressão:

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \frac{\Pi(b,a)}{n-1} \quad (4)$$

É importante ressaltar que quanto menor $F^-(a)$, melhor é a alternativa.

O decisor é responsável por escolher para cada critério um peso w_j que aumente com a relevância de cada critério. Caso a preferência do decisor aumente com a diferença entre o desempenho das alternativas para cada critério $[f_j(a) - f_j(b)]$, ele pode vir a definir uma função $F_j(a,b)$ que assuma valores entre um e zero. Estes valores podem aumentar caso à vantagem de uma alternativa em relação à outra aumente, ou a diferença de desempenho também. Podendo ser iguais à zero, caso o desempenho de uma alternativa seja igual ou inferior ao desempenho de outra.

Após estabelecer as intensidades de preferências, é possível obter o grau de sobreclassificação $P(a,b)$ para cada um dos pares de alternativas (a,b) .

Posteriormente, tem-se a fase de exploração das relações de sobreclassificação. Esta fase tem como objetivo subsidiar o apoio à decisão, considerando as relações que foram estabelecidas, bem como as limitações do decisor e a problemática característica.

A família de métodos PROMETHEE se divide em diversos métodos singulares como pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Família de métodos PROMETHEE

NOME DO MÉTODO	FUNÇÃO/OBJETIVO
PROMETHEE I	Pré-ordem parcial, problemática de escolha.
PROMETHEE II	Estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas, podendo ser utilizado também na problemática de escolha.
PROMETHEE III	Ampliação da noção de indiferença, tratamento probabilístico dos fluxos (preferência intervalar).
PROMETHEE IV	Pré-ordem completa ou parcial. Problemática de escolha e ordenamento. Destinado às situações em que o conjunto de soluções viáveis é contínuo.
PROMETHEE V	Nesta implementação, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema, para as alternativas selecionadas; incorpora-se uma filosofia de otimização inteira.
PROMETHEE VI	Pré-ordem completa ou parcial. Problemática de escolha e ordenamento. Destinado às situações em que o decisor não consegue estabelecer um valor fixo de peso para cada critério.
PROMETHEE – GAIA	Extensão dos resultados do PROMETHEE, por meio de um procedimento visual e interativo.

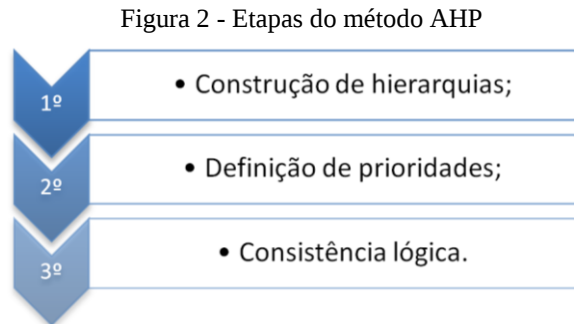
Fonte: Adaptado de Brans e Mareschal (2002).

2.4.2 AHP

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) surgiu no início da década de 70, foi criado e desenvolvido por Tomas L. Saaty. Trata-se de um método de multicritério muito conhecido e utilizado nos processos de apoio à tomada de decisão, bem como na resolução de conflitos negociados e em problemas que apresentam múltiplos critérios (SAATY, 1980).

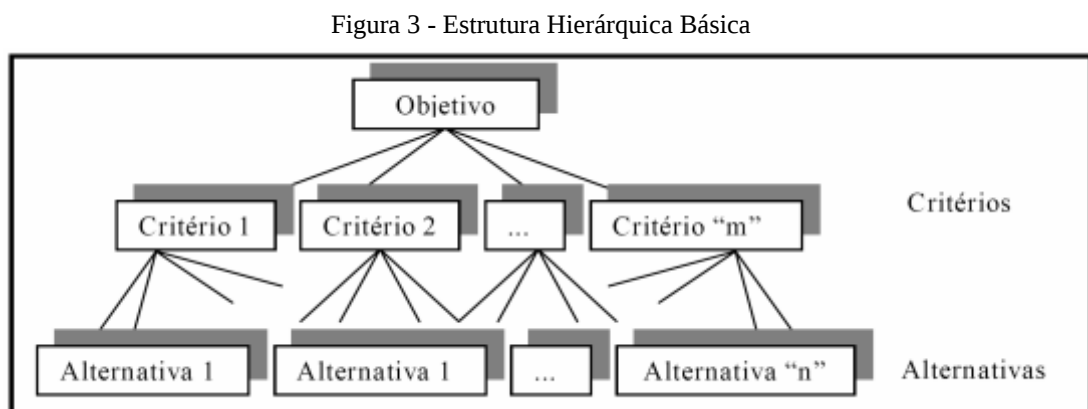
De acordo com Costa (2002) este método é baseado no método cartesiano e newtoniano de pensar, que tem por objetivo analisar a complexidade com a distribuição do problema em partes/fatores, podendo estes serem decompostos mais uma vez em novos fatores até chegar a um nível mais baixo, mais claros e dimensionáveis, dessa forma conseguindo estabelecer relações para depois sintetizar.

Segundo Costa (2002) este método se divide em três etapas, no que diz respeito ao pensamento analítico, como pode ser visto na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Costa (2002).

1º Construção de hierarquias: este é um método que estrutura os problemas em níveis hierárquicos, facilitando a avaliação e compreensão do mesmo. Para que seja possível a aplicação deste método é preciso que tanto as alternativas quanto os critérios possam ser classificados de forma hierárquica. O primeiro nível da hierarquia representa o objetivo geral do problema, enquanto o segundo representa os critérios e o terceiro as alternativas. Segundo Bornia e Wernke (2001) o fato deste método usar ordenação hierárquica possibilita ao decisor ter uma visão geral do sistema e seus componentes, fazendo assim com que seja possível analisar as relações de interações existentes entre estes. Na figura 3 é apresentada a estrutura hierárquica básica do método AHP.



Fonte: Marins, Souza, Barros (2009).

2º **Definição de prioridades:** esta etapa é fundamentada na capacidade do ser humano de perceber as relações entre objetos e situações, analisando de forma comparativa, tendo em vista um determinado foco, critério ou julgamentos paritários. De acordo com Trevizano e Freitas (2005), para realizar a definição das prioridades é necessário cumprir as seguintes etapas:

- **Julgamentos paritários:** julgar os elementos par a par de um determinado nível da hierarquia à luz de cada um dos elementos em conexão com um nível superior, com o uso das escalas apresentadas no Quadro 4, gerando assim as matrizes de julgamento.

Quadro 4 - Escala numérica de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Explicação
1	Ambos os elementos são de igual importância	Ambos os elementos contribuem com a propriedade de igual forma
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina 0.1	Usados para graduações mais finas das opiniões

Fonte: Roche (2004).

A quantidade de julgamentos que são precisos para que uma matriz genérica A de julgamentos seja criada são: $n(n-1) / 2$. Onde n representa o número de elementos existentes nesta matriz.

- **Normalização das matrizes de julgamento:** a normalização acontece por meio da soma dos elementos de cada uma das colunas das matrizes de julgamento, depois é preciso dividir cada elemento destas matrizes pela soma total dos valores da respectiva coluna;
- **Cálculo das prioridades médias locais (PML's):** as PML's nada mais são do que o resultado das médias das linhas dos quadros normalizados;
- **Cálculo das prioridades globais:** esta etapa tem como objetivo a identificação de um vetor de prioridades global (PG), que guarde a prioridade relacionada a cada alternativa em ligação com o foco principal.

3º **Consistência lógica:** os seres humanos conseguem estabelecer relações lógicas entre objetos ou ideias de forma coerente, de tal forma, que estas consigam se relacionarem de forma coesa entre si, fazendo assim com que consigam apresentar relações de consistência. Sendo assim o método AHP se dispõe a calcular a Razão de Consistência dos julgamentos, apresentada por $RC = IC/IR$, IR trata-se do Índice de Consistência Randômico gerado para uma matriz recíproca de ordem n , abrigando elementos não-negativos e gerados randomicamente. Já o Índice de Consistência (IC) é representado por $IC = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$, $\lambda_{\max}$ trata-se do maior autovalor da matriz. O requisito de consistência dos julgamentos segundo Saaty (2000) é: $RC \leq 0,10$.

2.4.3 ELECTRE

Os métodos da família ELECTRE (Elimination and Choice Translating Algorithm) se destacam entre os métodos de sobreclassificação, que também são conhecidos como métodos de subordinação, esta família é composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI (ROY, 1974).

No Quadro 5 são apresentadas as definições e objetivos de cada um dos métodos da família ELECTRE, trazendo também cada um dos autores correspondentes na literatura utilizada.

Quadro 5 - Família de método ELECTRE

Método	Objetivos/função	Autores
ELECTRE I	Este método é destinado a ser utilizado em problemas que envolvem seleção (escolha P.a). O ELECTRE I é um método que visa descartar alternativas superadas em concordância com um conjunto de pesos que são alocados pelo decisor a cada um dos objetivos do problema. O ELECTRE I objetiva diminuir o conjunto de ações A (alternativas) para o menor possível, para tanto é utilizado índices de concordância e discordância que conseguem mensurar as vantagens e as desvantagens par a par entre as alternativas.	(OLSON, 1996)
ELECTRE II	O ELECTRE II busca organizar um grupo de alternativas da melhor destas para a pior, sendo criado para resolver problemas de ordenação (P.b). Os conceitos de concordância e discordância são usados para ordenar o grupo de alternativas. A ordenação é conseguida por meio de duas pré-ordens, estas que são feitas a partir das relações de sobreclassificação fraca e forte.	(ROY; BERTIER, 1971)
ELECTRE III	O ELECTRE III tem como objetivo alocar as alternativas da melhor para a pior. Porém, vale salientar que este método engloba famílias de pseudo critérios na sua modelagem, sendo assim, [são colocados limiares de preferência e indiferença. A particularidade do ELECTRE III consiste na sua relação de sobreclassificação valorada, uma vez que a propriedade que atende a uma relação ordinária é menos sensível às oscilações dos	(VINCKE, 1992)

	dados em análise e aos parâmetros da situação problema.	
ELECTRE IV	Este método atua com problemas que são modelados por uma família de pseudo critérios. O ELECTRE IV tem por objetivo ordenar ações sem colocar nenhum tipo de ponderação nos critérios, dessa forma admite-se que não têm informação perfeita ou suficiente no tocante às importâncias relativas entre os critérios.	(VINCKE, 1992)
ELECTRE IS	Este método nada mais é do que uma generalização do ELECTRE I, sua utilização é mais adequada para casos de seleção, pois o mesmo possibilita a utilização de pseudo critérios na modelagem de preferências.	(ROY; SKALKA, 1985)
ELECTRE TRI	Este método trata de problemas que são modelados por meio de uma família de pseudo critérios, onde os limiares de preferência e indiferença $p_j(bh)$ e $q_j(bh)$ geram informações intra critérios. Dessa forma, $q_j(bh)$ indica a maior diferença entre $g_j(a) - g_j(bh)$, que resguarda a indiferença existente entre a e bh no critério g_j , e $p_j(bh)$ apresenta a diferença menor existente entre $g_j(a) - g_j(bh)$, este sendo compatível com uma preferência de a no critério g_j . O ELECTRE TRI é um método multicritério de classificação, ou seja, designa alternativas em campos predefinidas (P.b). A atribuição de uma alternativa A tem como consequência a comparação de A com perfis determinados de limites das categorias.	(MOUSSEAU et al., 2001) (YU, 1992)

Fonte: Autoria própria (2019).

Além das informações apresentadas no Quadro 4, vale salientar que os métodos ELECTRE I e ELECTRE II englobam apenas critérios verdade. Com a elaboração de novos tipos de modelagens de preferências, foram criados o ELECTRE III, IV, IS e TRI, os métodos que apresentam em sua estrutura modelagens de preferências mais refinadas em relação aos outros dois da família (Vincke, 1992; Roy, 1978).

2.4.4 MACBETH

Segundo Mello et al. (2007) na maioria das vezes que um decisor precisa avaliar alternativas que apresentam múltiplos critérios, estes acabam tendo dificuldade para atribuir diretamente um valor numérico aos níveis de impacto das alternativas e aos critérios de avaliação. Os decisores acabam se sentindo mais confortáveis se fizerem comparações por meio de julgamentos semânticos, demonstrando força nas diferenças de preferência (atratividade ou importância) entre os elementos que estão sendo avaliados.

Uma etapa muito importante para o processo de MCDM é a criação de escalas de valor de intervalo. Estas escalas nada mais são do que a representação das preferências do decisor, sendo estas utilizadas tanto para refletir a ordem da atratividade da escolha, quanto para refletir as diferenças de atratividade relativa (MELLO et al., 2007).

O método MACBETH foi desenvolvido por Bana e Costa & Vansnick (1995), trata-se um método de julgamento semântico. Neste método as funções de valor são conseguidas a partir de julgamentos semânticos feitos por meio da comparação da diferença de atratividade existente por entre duas linhas de ação quaisquer, sempre realizado aos pares. Devido a isto o julgamento do decisor se torna bastante simplificado, fazendo com que não seja necessário avaliar todo o conjunto de ações simultaneamente. O procedimento visa contornar as limitações existentes em outros métodos.

O MACBETH tem como princípio a coerência do decisor, reconhecendo a dificuldade avistada por um decisor de se manter coerente, na medida em que a quantidade de critérios e alternativas aumenta. Para que isto não venha acontecer o programa faz a análise da coerência cardinal e semântica, sugerindo quando necessário que sejam resolvidos Problemas de Programação Linear (PPL) para assim contornar tal situação (SOARES DE MELLO et al., 2002).

De acordo com Bana e Costa & Vansnick (1995) o método MACBETH trata-se de um processo iterativo, onde depois da criação dos julgamentos a respeito das diferenças de atratividade é criada uma escala cardinal que representa valor por sobre o conjunto de alternativas que estão envolvidas na situação problema. Depois disto é realizada uma busca atrás de eventuais inconsistências, adiante disto, é construída uma escala de valor cardinal que consiga refletir de forma fiel os julgamentos de valor feitos pelo o decisor da situação. A escala é então normalizada, gerando assim valores que representam os pesos para as alternativas em estudo, possibilitando a utilização de um modelo de agregação, normalmente, o aditivo (BANA e COSTA; VANSNICK, 1995).

Ainda segundo Bana e Costa & Vansnick (1995) os pesos que são apresentados pelo MACBETH necessitam passar por um procedimento de validação ao lado do decisor da problemática, realizando uma análise de sensibilidade dos pesos indicados dentro dos possíveis intervalos. Somente depois a realização desta análise e dos eventuais ajustes realizados é que finalmente se terá de fato conseguido construir a escala cardinal de valores. Porém, mesmo fornecendo um intervalo para os pesos, o método MACBETH indica um determinado peso por entre o intervalo em questão, tendo como base a otimização de uma função. Este peso, mesmo sendo de caráter arbitrário, atua como uma âncora para os decisores reais que, na maioria das vezes, apresentam resistência em abandoná-lo, mesmo que este peso não represente corretamente as suas reais e fiéis preferências (BANA e COSTA; VANSNICK, 1995).

2.4.5 Método de agregação aditivo

Avaliando todos os métodos apresentados neste trabalho e com o auxílio da literatura de Almeida (2013) é possível afirmar que dentre métodos multicritério um dos mais utilizado é um modelo compensatório, trata-se do modelo aditivo de agregação simples. O sucesso desse método decorre da grande aceitação por parte dos agentes de decisão, estes que se identificam com um modelo que possibilita uma abordagem simples e clara na resolução de problemas de decisão, que normalmente são complexos e compostos de múltiplos critérios de avaliação.

Um problema multicritério discreto, nada mais é que um conjunto de alternativas devidamente definidas de acordo com os desempenhos nos diversos pontos de vista. Na fase de análise é gerado um quadro multicritério, que serve para avaliar as alternativas. Este quadro relaciona os critérios com as alternativas, ou seja, cada um dos critérios terá pesos diferentes de acordo com as alternativas (BANA e COSTA, 1989).

Neste método é considerado que quanto maior for o valor de uma das alternativas segundo um ponto de vista específico, mais atraente será esta alternativa segundo esse ponto de vista. Depois de definir os pesos dos critérios e coletar os dados com os pontos de vista dos respondentes é possível enfim calcular o valor global das alternativas. De acordo com Xavier da Silva (1992) o cálculo do método de agregação aditiva pode ser representado pela seguinte expressão:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_k \times N_k) \quad (5)$$

Onde:

A_{ij} – representa o valor global, ou seja, o resultado;

n – representa o número de alternativas, cursos de engenharia da UFERSA;

P – Representa o peso atribuído ao parâmetro;

N – Representa a nota atribuída ao critério pelo respondente.

Segundo Almeida (2013) o modelo de agregação aditiva, agrupa os valores das avaliações das alternativas em uma única função de valor global, para assim selecionar a alternativa que apresente o maior valor global A_{ij} . Sendo assim, quanto maior é o valor global

de uma alternativa, melhor é o seu desempenho. É possível ordenar as alternativas de forma decrescente, da alternativa de maior valor global para a alternativa de menor valor.

2.5 Avaliação dos métodos

É uma realidade de fato que existem hoje em dia diversos métodos de MCDM diferentes. Na maioria destes métodos são encontrados complicados modelos matemáticos. Dessa forma, muitos destes métodos necessitam da determinação de parâmetros subjetivos, ou da produção de rotinas matemáticas complicadas.

Por estes motivos, muitas empresas e organizações acabam por deixarem de lado a utilização destes métodos, dando continuidade às suas atividades fazendo uso de métodos tradicionais de decisão, estes que são dependentes, grande parte das vezes, do feeling do decisor, ou seja, aquele que irá tomar a decisão. Vale ressaltar que esta situação acaba por prejudicar o que poderia ser melhorado por meio do uso da MCDM (PINHO et al. 1996).

Entretanto, Pinho et al. (1996) ainda ressalta que com o desenvolvimento da computação e as novas tecnologias em termos de softwares presentes no mercado, à interface foi aprimorada no que diz respeito à relação existente entre o decisor e o método. Graças à criação de softwares com alternativas mais amigáveis, o decisor pode, finalmente, demonstrar com maior clareza as suas preferências, deixando para trás a preocupação com o algoritmo matemático que está por trás do método (PINHO et al. 1996).

De acordo com Guglielmetti, Marins e Salomon (2003) no tocantes a aquisição de um software comercial, é válido ressaltar, que esta aquisição acaba gerando custos para a organização, custos de compra, de treinamento, podendo também sendo necessário em algumas vezes comprar o hardware.

Como já foi comentado existem diversos métodos multicritérios disponíveis atualmente, consequentemente também existem várias alternativas de software, fazendo com que o usuário não saiba qual escolher. Devido a estes fatores um novo problema surge semelhante ao anterior: o usuário de MCDM em uma grande parte das vezes não objetiva, ou não está capacitado a investigar todos os algoritmos disponíveis, fazendo assim com que estes não saibam qual software adquirir para o auxílio a determinados tipos de decisão (GUGLIELMETTI; MARINS; SALOMON, 2003).

Nesse sentido, ainda de acordo com o autor anterior, uma forma que deve ser feita para solucionar este problema é a de identificar as características que realmente interferem na decisão. De forma geral, as pessoas que fazem uso de métodos de MCDM acabam por escolher o método que irá usar apenas por ter mais afinidade com este.

Dessa forma, quando o decisor tem um problema que não se adapta ao método que este tem afinidade, o decisor pode acabar preferindo adaptar o seu problema ao método ao invés do contrário, gerando assim imprecisões nos resultados. Portanto, nestas situações de indecisão da escolha do método, deve-se ter em mente que os métodos existem para ajudar na estruturação e na composição de uma determinada tomada de decisão, e não para influenciar o tomador da decisão (GUGLIELMETTI; MARINS; SALOMON, 2003).

Graças ao grande número de métodos de MCDM, é possível encontrar na literatura trabalhos e pesquisas realizadas sobre a comparação entre esses métodos. Sendo assim se mostra relevante para este trabalho apresentar alguns destes trabalhos de comparações de métodos multicritérios, então, tem-se: AL-SHEMMERI et al. (1997), TRIANTAPHYLLOU (1997), GUITOUNI & MARTEL (1998), ZANAKIS et al. (1998), MONTIS et al. (2000), ENSSLIN et al. (2001) e SALOMON & MONTEVECHI (2001). Ao se realizar um estudo aprofundado desta literatura, é possível então determinar que as comparações realizadas por entre os métodos multicritérios basicamente acontecem de duas maneiras, com duas finalidades diferentes, como pode ser observado no Quadro 6.

Quadro 6 - Tipos de comparações de métodos multicritérios

Forma de comparação	Definição	Autores
Comparação Teórica	A comparação teórica tem como princípio o estudo dos métodos, em especial no que se refere à aplicabilidade. Este tipo de comparação leva em consideração, por exemplo, os tipos de dados que serão usados, o tempo de aplicação do método e os custos, bem como os diferentes tipos de escalas que podem ser usados e a facilidade de encontrar o software no mercado, dentre outros fatores.	(GUITOUNI, A. & MARTEL, J., 1998)
Comparação por Simulação	Neste método de comparação o principal objetivo é realizar testes no algoritmo que apoia o método. É preciso realizar variações nos parâmetros e analisar a reação que ocorre em relação aos resultados. Por meio da simulação é possível ainda realizar uma análise de sensibilidade para achar até que ponto o peso de um critério pode ser elevado sem que o ranking final das alternativas seja modificado, tornando assim possível que os critérios mais críticos sejam identificados.	(ZANAKIS et al., 1998)

Fonte: Autoria própria (2019).

Além de escolher a forma de comparação, de acordo com Almeida (2013) vários fatores podem ser levados em consideração no processo de escolha do método multicritério a ser utilizado como apoio a decisão no problema, dentre eles têm-se:

- i) O contexto considerado;
- ii) A racionalidade requerida;
- iii) A estrutura de preferências;
- iv) O tipo de problemática.

Baseado no trabalho de Guglielmetti, Marins e Salomon (2003) é possível afirmar que é relevante realizar uma análise comparativa entre os métodos multicritérios, para que assim seja possível encontrar o método que melhor se adapte a situação problema em estudo, para que desta forma este método consiga realmente gerar resultados que de fato sejam efetivos. No Quadro 7, é possível observar a realização da análise comparativa entre os métodos que estão sendo levados em consideração neste trabalho, que no caso são: PROMETHEE, AHP, ELECTRE, MACBETH e Agregação aditiva. Para tanto, foi utilizada a Comparação Teórica, com os fatores citados acima.

Quadro 7 - Comparação entre os métodos

Método	Contexto	Racionalidade	Estrutura de preferências	Problemática
PROMETHEE			X	
AHP		X	X	
ELECTRE			X	
MACBETH	X	X	X	X
AGREGAÇÃO ADITIVA	X	X	X	X

Fonte: Autoria própria (2019).

Os fatores analisados no Quadro 7 estão definidos abaixo:

- i) O contexto considerado: se refere ao esforço necessário para escolher qual engenharia cursar;
- ii) A racionalidade requerida: foi percebido que a abordagem compensatória é a que melhor se enquadra nesta situação problema, pois um desempenho ruim de um critério pode ser compensado, caso outro critério venha a ter um ótimo desempenho;
- iii) A estrutura de preferências: a estrutura de preferência e indiferença (P, I) foi indicada como a melhor a ser usada neste trabalho, pois esta possibilita que o decisor compare todos os critérios, conseguindo ainda ter uma ordem em sua preferência;

- iv) O tipo de problemática: por se tratar de uma escolha de qual engenharia cursar, a problemática pode ser de escolha ou de ordenação.

Nesse sentido, levando em consideração que se trata de um problema compensatório, com problemática de escolha ou ordenação e estrutura de preferência (P, I), as opções de métodos que podem ser utilizados para auxiliar na decisão foram afuniladas, onde o método de critério único de síntese se apresenta como a melhor opção (ALMEIDA, 2013).

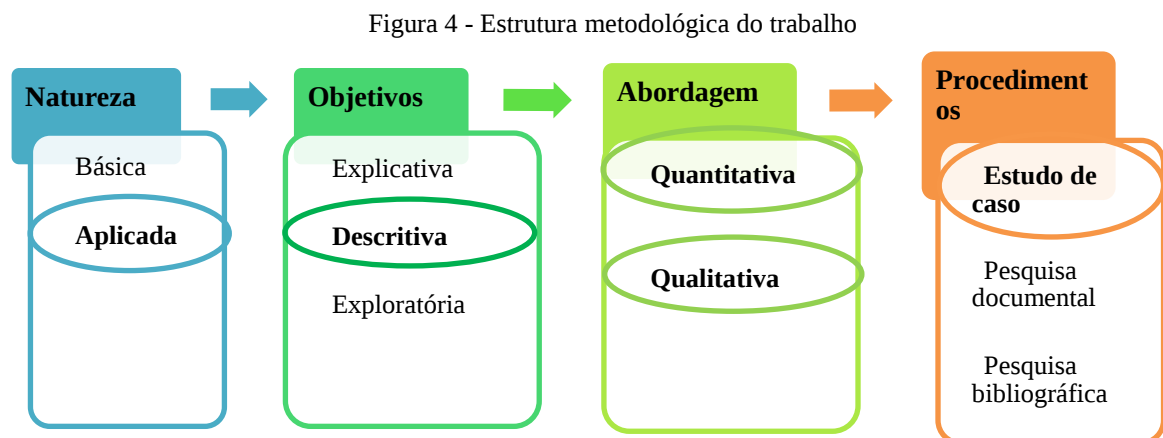
Nesse contexto, os métodos possíveis de se utilizar nesse trabalho são o aditivo e o multiplicativo. Dessa forma, foi feita uma análise mais profunda e definiu-se que o modelo de agregação aditivo, que além de ser o mais utilizado, é o que mais se adequa ao problema, levando em consideração os fatores abordados anteriormente.

3. METODOLOGIA

Este trabalho será realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, com o objetivo de criar um Modelo Multicritério de Apoio à Decisão que possa auxiliar os alunos indecisos do curso de Ciência e Tecnologia a tomarem a decisão de qual engenharia escolher para cursarem no segundo ciclo. Para isto é necessário usar diversos conhecimentos teóricos e técnicos. Para uma melhor clareza de como se deu a construção metodológica deste trabalho o mesmo será retratado por meio da: Caracterização da pesquisa e Etapas da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Para poder realizar a caracterização desta pesquisa foi preciso fazer uma revisão da literatura no que diz respeito às estruturas metodológicas, ou seja, foram analisados quanto a: natureza da pesquisa, objetivos da pesquisa, abordagem da pesquisa e os procedimentos da pesquisa. Na Figura 4 é possível observar como a estrutura metodológica do trabalho foi definida.



Fonte: Autoria própria (2018).

Conforme a Figura 4, esta pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada, que segundo Vergara (2007) trata-se de uma pesquisa que é fundamentalmente motivada pela necessidade de solucionar problemas concretos, que sejam estes imediatos ou não. Portanto, este é o tipo de pesquisa que melhor se encaixa neste trabalho, uma vez que o mesmo busca

solucionar o problema de indecisão dos alunos do curso de CeT da UFERSA, se alinhando com a finalidade da pesquisa de natureza aplicada.

Já no que diz respeito aos objetivos, esse trabalho é caracterizado como uma pesquisa descritiva, que de acordo com Gil (2008) a pesquisa descritiva tem como principal objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômenos e as relações entre suas variáveis. No que diz respeito ao trabalho em si, este tipo de pesquisa é a mais adequada, já que em determinados momentos algumas populações foram analisadas, estas são: os alunos de CeT, os métodos multicritérios relevantes para a situação problema e as engenharias oferecidas como segundo ciclo da UFERSA.

Devido à complexidade do problema, que necessita de conhecimentos nas áreas teóricas da psicologia, no que diz respeito à complexidade da tomada de decisão e a utilização de métodos que usam cálculos matemáticos, o mesmo terá abordagem qualitativa e quantitativa. No tocante a abordagem qualitativa, Lakatos e Marconi (2010) afirmam que a mesma “preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc”. A abordagem qualitativa é de grande importância para este trabalho, pois para poder desenvolver o modelo multicritério é necessário levantar os critérios, realizando análises qualitativas dos cursos e suas características, relacionando-as com o perfil dos alunos de CeT.

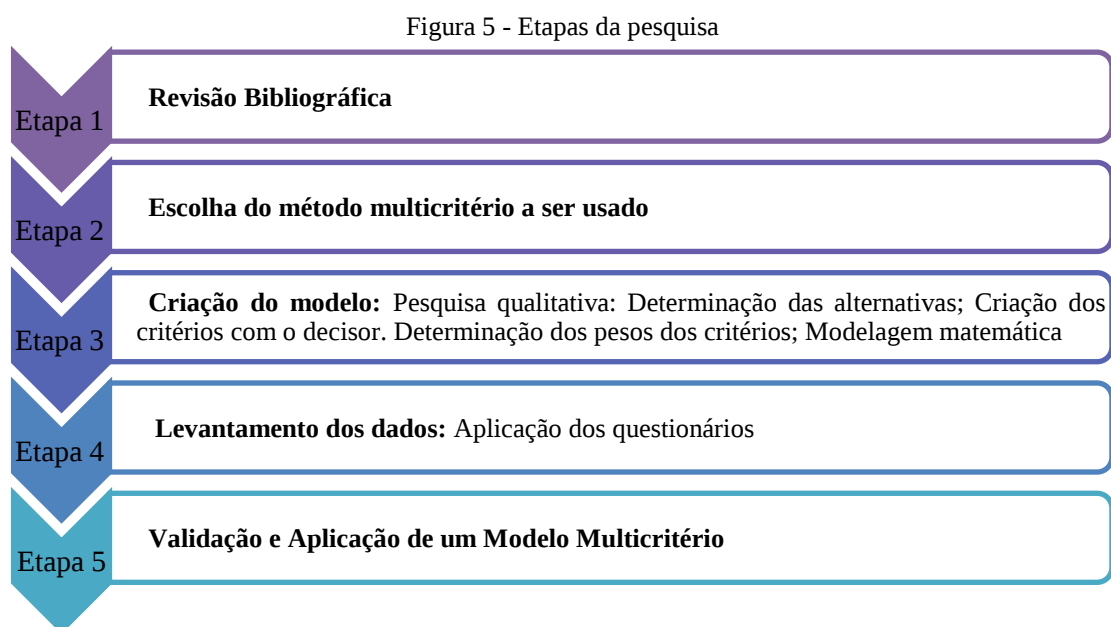
Já a abordagem quantitativa, diferente da qualitativa, pode ser definida como uma interação dinâmica entre o objeto de estudo e o pesquisador. Esta abordagem utiliza da estatística e da matemática, de forma geral, para garantir que uma amostra representativa assegure a possibilidade de uma generalização dos resultados (GUNTHER, 2006). Sendo assim, a abordagem quantitativa aparece neste trabalho por meio da utilização de um método multicritério que faz uso de complexos cálculos para determinar qual a melhor escolha ou até mesmo para gerar uma ordem de preferência (GUNTHER, 2006).

No que diz respeito aos procedimentos deste estudo temos o estudo de caso, que segundo Yin (2005) é considerado adequado quando se pretende investigar o comportamento de um grupo de eventos e fenômenos. No caso deste trabalho o fenômeno analisado, que é tido como problema a ser resolvido, é a alta taxa de evasão nos cursos de Engenharia. Já o evento analisado é a tomada de decisão, na hora de escolher qual engenharia cursar, por este motivo se mostra importante montar um estudo de caso que analise todos os fatores e que auxilie os alunos a escolherem a engenharia que mais se adequa ao seu perfil, para que assim

a evasão diminua, já que a identificação com o curso é um fator importante para a permanência do aluno.

3.2 Etapas da pesquisa

O presente trabalho é composto por cinco etapas: (i) revisão bibliográfica (ii) escolha do método multicritério a ser usado, (iii) criação do modelo (iv) levantamento dos dados e (v) Aplicação e validação do modelo. A Figura 5 representa o fluxograma das etapas deste trabalho.



Fonte: Elaboração própria (2019).

A primeira etapa deste trabalho consiste em realizar uma revisão bibliográfica para obter embasamento teórico acerca dos temas abordados neste estudo.

Na segunda etapa, com a ajuda da revisão bibliográfica, foi possível fazer uma análise comparativa acerca dos possíveis métodos a serem usados neste trabalho, com a finalidade de decidir qual método multicritério melhor se encaixa na situação problema.

Já na etapa 3, foi possível determinar quais são as alternativas e critérios necessários para o desenvolvimento do Modelo Multicritério, para tanto foram levantadas no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) informações do perfil profissional de cada curso e com o auxílio do psicólogo da UFERSA Angicos os critérios foram definidos, sempre relacionando as particularidades de cada um dos cursos, com os

aspectos psicológicos que fazem um aluno levar em consideração na escolha de um curso.

Na etapa 3, também foi realizada a determinação dos pesos para cada um dos critérios em avaliação, essa etapa foi feita pelos profissionais de cada uma das engenharias do segundo ciclo da UFERSA, pois estes são os que realmente entendem como cada critério exerce influência por sobre as alternativas. Posteriormente, com o auxílio da ferramenta Microsoft Excel, foi possível montar o modelo que receberá os dados, para assim gerar os resultados. Por fim, foi possível elaborar a modelagem matemática

Na quarta etapa, antes mesmo de realizar a determinação da modelagem matemática da etapa 3 foi elaborado e aplicado o questionário dos critérios com o público. Este formulário foi criado na ferramenta Google Formulário e enviado para os respondentes, que são os alunos da UFERSA, por meio de link eletrônico. No que diz respeito ao público, que representam as amostras do modelo, ficou definido que estas serão nomeadas de Amostra 1 e Amostra 2, estas são definidas como sendo:

- **Amostra 1:** Seis alunos do 8º ao 10º período da graduação dos cursos de: engenharia civil, engenharia de produção, engenharia elétrica, engenharia de petróleo, engenharia química e engenharia mecânica da UFERSA em geral;
- **Amostra 2:** Três alunos formandos do curso de Ciência e Tecnologia do período 2018.2, sendo dois do Campus Angicos e um de Mossoró que alegaram estar indecisos sobre qual engenharia escolher.

Na quinta e última etapa, o questionário foi aplicado e respondido pela Amostra 1. O público desta amostra foi escolhido com o objetivo de analisar se os critérios estão adequados com o problema do modelo que está sendo elaborado. Para que dessa forma o modelo possa ser validado. Depois de validar o modelo, o questionário foi aplicado na Amostra 2, para que os resultados extraídos dessa análise sirvam para comparar os resultados, gerar discussões e concluir se realmente um método multicritério de apoio à decisão pode auxiliar os alunos na tomada de decisão sobre qual engenharia escolher.

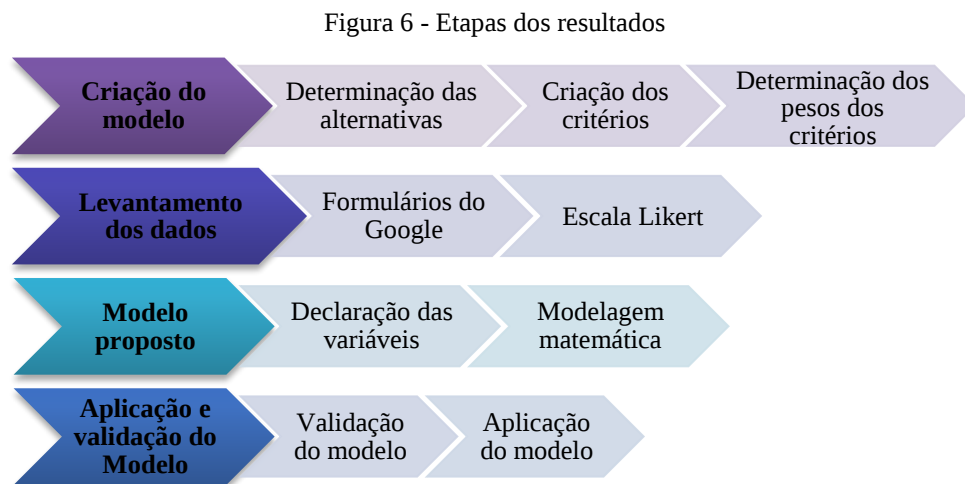
3.3 Contextualização do estudo de caso

A Instituição Federal de Ensino Superior, a UFERSA, foco do estudo de caso, tem sua sede localizada na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. Porém, atualmente a UFERSA conta com outros três *Campi*, que estão localizados nas cidades de: Angicos, Caraúbas e Paus dos Ferros, todas no Rio Grande do Norte. A UFERSA foi criada pela Lei nº 11.155 de 29 de julho de 2005, esta que transformou a já existente Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, na atual Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Segundo a Lei supracitada, a UFERSA tem como objetivo ministrar ensino superior, promovendo atividades de extensão universitária e desenvolvendo pesquisa nas mais diversas áreas do conhecimento acadêmico.

O presente trabalho foi elaborado na UFERSA Campus Angicos-RN, porém vale salientar que o campo de estudo se estende por toda a UFERSA, pois estão sendo levadas em consideração todas as seis engenharias do segundo ciclo do curso de Ciência e Tecnologia da mesma. Da mesma forma que a parte de coleta de dados se estende aos outros *Campi*, uma vez que é necessário ter respostas dos questionários de alunos de todas as engenharias da UFERSA, porém no *Campi* Angicos-RN, existem apenas duas engenharias, que são: Engenharia Civil e Engenharia de Produção. Por isto a necessidade de coletar dados em outros Campus da referida Universidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será apresentado os resultados e discussão dos mesmos. A Figura 6 apresenta as etapas responsáveis pelo desenvolvimento dos resultados, bem como sua estrutura.



Fonte: Autoria própria (2019).

Cada etapa será discutida nos tópicos abaixo.

4.1 Criação do modelo

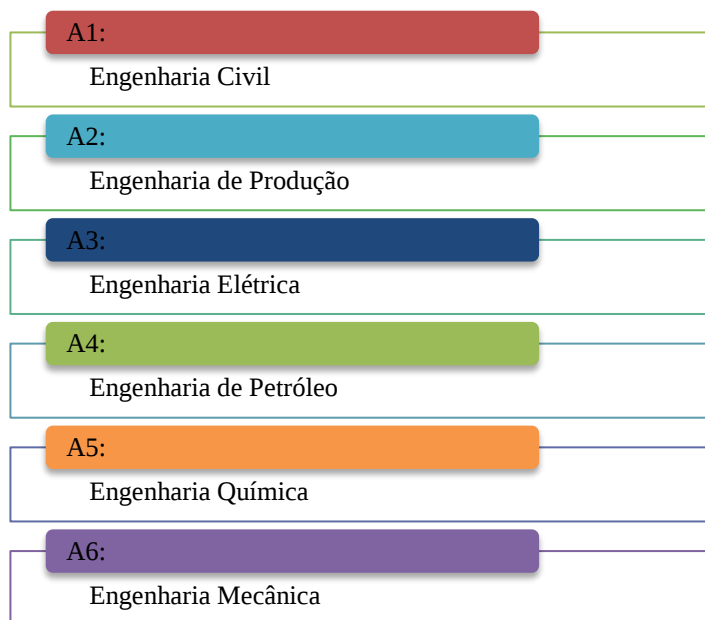
A elaboração de um modelo multicritério é uma atividade bastante minuciosa, devendo obedecer a alguns passos para que o mesmo seja construído de forma eficiente. Neste momento do trabalho é preciso determinar quais são as alternativas que constam no modelo, criar os critérios que serviram para avaliar as alternativas e determinar os pesos dos critérios de acordo com cada alternativa.

4.1.1 Determinação das alternativas

Este estudo, como já falado anteriormente, tem o intuito ajudar alunos formandos em Ciência e Tecnologia a escolherem a engenharia do segundo ciclo que mais se adequa ao seu perfil. Dessa forma, as variáveis são as alternativas que estes alunos têm para escolher, que no

caso são as Engenharias oferecidas pela UFERSA para o segundo Ciclo depois de CeT. Estas alternativas podem ser vistas na Figura 7.

Figura 7 - Alternativas do estudo



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Cada uma dessas alternativas apresenta características totalmente diferentes, pois se trata de engenharias bem diferentes, com perfis profissionais e áreas diferentes. Portanto, se faz necessário que critérios coerentes sejam levantados, tendo em seu embasamento as diferenças entre estas alternativas, para que assim estes critérios realmente possam expressar influência sobre as alternativas.

4.1.2 Criação dos critérios

Para que seja possível criar um modelo multicritério de apoio à decisão é preciso levantar critérios que com pesos específicos façam com que uma alternativa possa se sobressair sobre as outras, para assim conseguir gerar um resultado coerente (WERNKE; BORNIA, 2001).

Neste trabalho os critérios foram levantados com o auxílio de um psicólogo que trabalha na UFERSA e baseado nos perfis profissionais retirados do PPC de cada curso. Este profissional foi escolhido para auxiliar nesta etapa do trabalho pelo fato de psicólogos

realizarem testes em seus pacientes dos mais diversos tipos, como: testes de personalidade, de inteligência, interesse, aptidão, vocacionais, dentre outros (ALVES; ALCHIERI; MARQUES, 2002). No Quadro 8 é possível observar quais foram os critérios escolhidos para serem usados neste estudo, de acordo com a situação problema e as características das alternativas em análise.

Quadro 8 - Critérios do modelo

Critério	Descrição
C1	Gostaria de trabalhar em obras como: construção de casas, edifícios, estradas, pontes e outros.
C2	Gostaria de trabalhar em parques de transformação de energias elétricas, como: hidrelétricas, parques eólicos, parques solares, postos de abastecimento de energia, empresas e projetos elétricos.
C3	Gostaria de trabalhar em empresas como: indústrias manufatureiras de produtos e serviços.
C4	Gostaria de trabalhar em indústrias de desenvolvimento de peças e equipamentos, em empresas de manutenção e controle de máquinas em geral.
C5	Gostaria de trabalhar em indústrias de transformações físico-químicas e em laboratórios.
C6	Gostaria de trabalhar em plataformas, poços e campos de extração de petróleo.
C7	Vejo-me trabalhando em processos de transformações de água, alimentos, combustíveis, polímeros e produtos cerâmicos como cimento.
C8	Vejo-me trabalhando em atividades referentes ao dimensionamento, avaliação e exploração de jazidas petrolíferas, transportes e industrialização do petróleo, seus serviços afins e correlatos.
C9	Vejo-me trabalhando no projeto, construção, fiscalização de obras, perícia, planejamento e manutenção de infraestruturas.
C10	Vejo-me trabalhando em atividade que envolve desenvolvimento, projeto, construção e manutenção de máquinas e equipamentos.
C11	Vejo-me trabalhando nas áreas de telecomunicações, eletrônica, sistemas de energia, automação e controle.
C12	Vejo-me trabalhando no planejamento e controle do processo produtivo de uma organização, trazendo lucro para esta por meio de ferramentas e conhecimentos gerenciais a respeito de toda a cadeia de suprimento.
C13	Identifico-me com as disciplinas de física.
C14	Identifico-me com as disciplinas de estatística e economia.
C15	Identifico-me com as disciplinas que abordam a temática das energias renováveis e não renováveis.
C16	Identifico-me com as disciplinas de química.
C17	Identifico-me com as disciplinas que envolvem eletricidade.
C18	Identifico-me com as disciplinas de cálculo.
C19	Tenho afinidade com a disciplina de ambiente, energia e sociedade.
C20	Tenho afinidade com a disciplina mecânica clássica.
C21	Tenho afinidade com a disciplina resistência dos materiais I.
C22	Tenho afinidade com a disciplina de eletricidade e magnetismo.
C23	Tenho afinidade com a disciplina de fenômenos de transporte.
C24	Tenho afinidade com a disciplina de administração.
C25	Em situações de problemas para serem resolvidos em equipe, eu me sinto confortável em trabalhar com outras pessoas.
C26	Em situações que envolvam o estudo aprofundado das áreas de química orgânica e inorgânica, eu costumo ter interesse.
C27	Sou dotado de grande habilidade numérica, capacidade de abstração, exatidão, meticulosidade e flexibilidade.
C28	Situações que envolvam o estudo das Ciências mecânicas e térmicas, que servem para projetar, desenvolver, fabricar e testar ferramentas, motores, máquinas e outros dispositivos despertam meu interesse.
C29	Em situações de projetar construções prediais, planejamento de vias e residenciais eu me sinto

	confortável.
C30	Situações que envolvam conhecimentos em engenharia juntamente com geologia e mineração despertam meu interesse.
C31	Em um ambiente organizacional sinto interesse em planejar o processo produtivo, controlar e otimizar, fazendo com que nunca falta recurso e minimizando os custos.
C32	Em um cenário que haja um problema na estrutura da minha casa sou apto para resolvê-lo de forma rápida e técnica.
C33	Eu tenho interesse para trabalhar na indústria aeronáutica, onde são necessários conhecimentos nas áreas de métodos numéricos e de simulação computacional.
C34	Tenho interesse em projetar coisas com alta complexidade matemática, mecânica e física.
C35	Em situações que envolvam analisar e estudar novas técnicas de perfurações de poços, eu costumo ter interesse.
C36	Os processos de mudanças de estados (fusão, evaporação, condensação e solidificação) presentes no cotidiano das pessoas, despertam meu interesse.
C37	Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou os painéis de energia solar.
C38	Eu gostaria de ter feito parte do time que fabricou o primeiro automóvel.
C39	Eu gostaria de ter feito parte do time que perfurou o primeiro poço de petróleo no mar.
C40	Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou o sistema de purificação de água.
C41	Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou a organização do trabalho nas fábricas.
C42	Eu gostaria de ter feito parte do time que construiu a maior ponte do mundo.

Fonte: Autoria própria (2019).

4.1.3 Determinação dos pesos dos critérios

Para realizar a determinação dos pesos dos critérios foi necessário obter ajuda de profissionais formados nas seis Engenharias abordadas neste trabalho, que representam as seis alternativas do modelo. No Quadro 9 é possível observar a determinação dos pesos.

Quadro 9 - Pesos dos critérios

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Engenharia Civil	10	4	2	0	2	2	0	0	10	0	0	0	6	2
Engenharia de Produção	2	2	10	6	0	0	0	0	0	4	0	10	2	10
Engenharia Elétrica	2	10	0	4	0	0	0	0	0	0	10	0	6	0
Engenharia de Petróleo	0	0	0	0	6	10	0	10	0	0	0	0	4	0
Engenharia Química	0	0	6	0	10	6	10	6	0	0	0	0	6	2
Engenharia Mecânica	0	2	6	10	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
Engenharia Civil	0	2	4	10	4	6	10	6	4	2	8	0	2	0
Engenharia de Produção	0	0	0	4	4	0	0	0	0	10	10	0	2	2
Engenharia Elétrica	2	2	10	6	2	2	0	10	2	0	4	0	10	2

Engenharia de Petróleo	10	6	0	2	10	0	0	0	2	0	4	4	2	0
Engenharia Química	0	10	0	6	2	2	0	0	10	2	2	10	6	2
Engenharia Mecânica	0	0	2	4	2	10	4	4	0	0	2	0	4	10
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
Engenharia Civil	10	6	2	10	0	4	4	2	0	0	2	0	0	10
Engenharia de Produção	2	0	10	2	2	2	0	0	0	2	0	0	10	2
Engenharia Elétrica	2	0	0	4	6	10	0	2	10	2	0	0	2	0
Engenharia de Petróleo	0	10	0	0	0	2	10	4	0	0	10	2	0	0
Engenharia Química	0	6	0	2	0	4	2	10	0	0	2	10	2	0
Engenharia Mecânica	0	0	0	4	10	4	0	2	2	10	0	0	2	2

Fonte: Autoria própria (2019).

A construção do Quadro 9 se deu a partir da comparação par a par entre critério e alternativa, sempre pedindo opinião a um engenheiro formado em cada uma das engenharias abordadas neste trabalho, para que assim os critérios tivessem pesos que representassem a realidade, objetivando assim que o modelo consiga ser validado e que esteja em alinhamento com a situação problema, pois só assim este modelo poderá ajudar na tomada de decisão de uma forma mais confiável.

Vale ressaltar que para a determinação dos pesos foi baseado no grau de influência dos critérios para a profissão exercida pelos entrevistados. Na Figura 8 é apresentada a lógica para a determinação dos pesos.

Figura 8 - Lógica na determinação dos pesos

0	2	4	6	8	10
Nenhuma influência	Pequena influência	Baixa influência	Alta influência	Grande influência	Total influência

Fonte: Autoria própria (2019).

4.2 Levantamento dos dados

O principal instrumento de coleta de dados foi à aplicação do questionário, onde neste continham os critérios previamente selecionados. Este questionário foi feito no Google formulários e enviado por meio de link eletrônico aos alunos que já estão cursando as engenharias do segundo ciclo da UFERSA, ou seja, o questionário foi enviado e respondido por seis alunos, cada um de uma engenharia diferente, esta parte do trabalho é necessária para que o modelo possa ser validado, pois assim os critérios serão testados, para que os critérios sejam validados é necessário que a engenharia que o aluno faz seja a escolha sugerida depois de aplicado no modelo.

Depois de validar o modelo, o mesmo questionário deve ser aplicado agora nos formandos do curso de Ciência e Tecnologia da UFERSA – Angicos/RN, do período 2018.2, para que assim o modelo seja aplicado na população central da situação problema abordada neste trabalho, que são justamente os alunos indecisos deste curso.

O questionário utiliza da escala Likert para obter as respostas, segundo Costa (2011) esta escala é utilizada quando se deseja medir concordância de pessoas em relação a determinadas afirmações relacionadas a construtos de interesse. Existem diversos modelos que usam escalas diferentes, que podem variar de 1 a 5, de 1 a 7 ou até de 1 a 10.

Dentre os modelos disponíveis o mais utilizado e discutido por entre os pesquisadores foi desenvolvido por Rensis Likert (1932), com o objetivo de mensurar atitudes no âmbito das ciências comportamentais. A escala Likert trata-se de uma escala de verificação, onde a partir de um construto é desenvolvido um conjunto de afirmações que se relacionam à sua definição, sendo dever dos respondentes emitirem seu grau de concordância com tais afirmações. O Quadro 10 mostra um exemplo desta escala usando 5 pontos para avaliar o nível de concordância entre o entrevistado e as afirmações.

Quadro 10 - Escala Likert de 5 pontos

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Fonte: Adaptado de Júnior e Costa (2014).

4.3 Modelo proposto

Elaborar um modelo multicritério consiste em juntar diversos fatores relevantes e deixar estes prontos e organizados de forma lógica, para inserir os dados, ou seja, no ponto de calcular e gerar os resultados. Depois de determinar as alternativas, criar os critérios e definir os pesos para os critérios em relação às alternativas é possível especificar e definir a estrutura do modelo.

Vale ressaltar, que este modelo tem uma particularidade, cada critério tem um peso diferente em relação a cada uma das alternativas, pois a avaliação de um determinado critério pode influenciar com pesos diferentes nas alternativas abordadas.

4.3.1 Declaração das variáveis

Na equação 5 deste trabalho é apresentada a fórmula de cálculo do método de agregação aditivo, no Quadro 11 apresenta as variáveis do estudo.

Quadro 11 - Declaração das variáveis do modelo

Variável	Significado	Definição
$V(A_{ij})$	Valor global	Resultado do cálculo
N	Número de alternativas	As engenharias do segundo ciclo do curso de CeT da UFERSA
P	Peso atribuído ao parâmetro	Valor definido por meio do auxílio de profissionais formados nas seis engenharias analisadas
N	Nota atribuída ao critério pelo respondente	Adquirido por meio de resposta do formulário online enviado para as amostras 1 e 2

Fonte: Autoria própria (2019).

4.3.2 Modelagem matemática

A modelagem matemática do modelo proposto inicia-se com os cálculos da matriz de decisão, conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Cálculo da matriz de decisão

Critério / Alternativa	C1	...	C42
A1	A_{11}	A_{ij}	$A_{1\ 42}$
...	A_{ij}	A_{ij}	A_{ij}
A6	A_{61}	A_{ij}	$A_{6\ 42}$

Fonte: Autoria própria (2019).

A equação 5, apresenta o cálculo do valor de cada uma das alternativas em relação a cada um dos critérios.

$$A_{ij} = (P_{ij} \cdot N_j) \quad (5)$$

Onde:

- A_{ij} – Valor da alternativa i em relação ao critério j.
- P_{ij} – Peso da alternativa i em relação o critério j.
- N_j – Nota do aluno para o critério j

Dessa forma, cada um dos pesos dos critérios deve ser multiplicado pelas notas geradas pelos questionários e posteriormente, deve ser realizado o somatório para encontrar o valor global da alternativa.

A Equação 6, apresenta o valor global para as alternativas.

$$V(A_i) = \sum_{j=1}^{42} (P_{ij} \cdot N_j) \quad (6)$$

Onde:

- $V(A_i)$ - Valor global da alternativa i

O processo descrito acima irá gerar o valor global de cada umas das alternativas, que será apresentado em uma tabela com os resultados, nela será ranqueado a posição de cada uma das alternativas em relação a priorização da decisão, ou seja, a alternativa que estiver na posição 1, será a que tem maior pontuação, logo, esta é a engenharia que melhor se adequa ao perfil do respondente. O Quadro 13 apresenta a matriz de resultados.

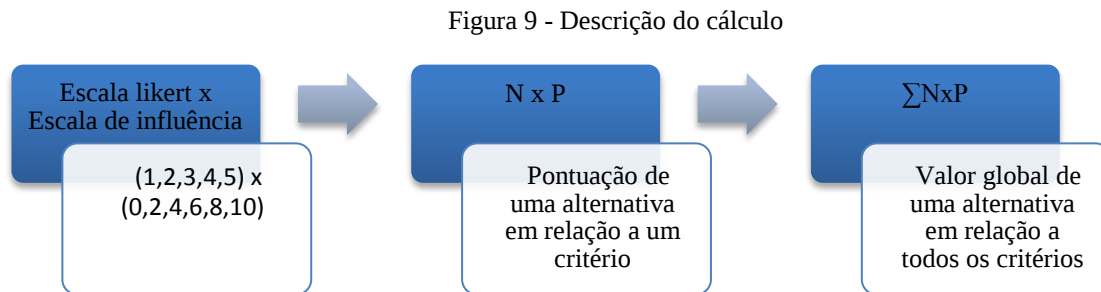
Quadro 13 - Representação dos Resultados

Posição	Alternativas	$V(A_i)$
X	A1	$V(A_1)$
...	Ai	$V(A_i)$
Y	A6	$V(A_6)$

Fonte: Autoria própria (2019).

Deve ser ressaltado que as respostas obedecem à escala Likert variando de 1 a 5, da menos importante para a mais importante, enquanto os pesos foram criados comparando a influência de cada critério sobre cada uma das alternativas e esta influência foi mensurada por meio da escala: 0 (Nenhuma influência), 2 (Pequena influência), 4 (baixa influência), 6 (alta

influência), 8 (grande influência) e 10 (total influência). Esta relação é representada na Figura 9.



Fonte: Autoria própria (2019).

Depois de obter o valor global (A_{ij}) de cada alternativa é possível analisar qual o valor mais alto, a alternativa com o valor global mais alto deve ser a escolhida.

4.4 Validação e aplicação de um Modelo de Apoio à Decisão

Com a criação do modelo é possível utilizar as respostas do questionário que foi aplicado nas Amostras 1 e 2, para gerar assim os resultados. Para cada pessoa que respondeu o questionário foi determinado um ranking das alternativas, de forma decrescente, da alternativa com maior pontuação (V_{ij}) para a menor. Os cálculos foram feitos de acordo como foi demonstrado no tópico modelo proposto.

É importante lembrar que a Amostra 1 é composta por seis alunos que estão entre o 8º e 10º período dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia de Petróleo, Engenharia Química e Engenharia Mecânica da UFERSA, estes seis foram escolhidos por entres os Campus da referida Universidade. Já a Amostra 2 é formada por alunos que estão se formando no curso de Ciência e Tecnologia da UFERSA, sendo dois destes do Campus Angicos e um do Campus Mossoró.

4.4.1 Validação do modelo

O processo de validação ocorreu usando as notas atribuídas pelos alunos (N) da Amostra 1, esta que representa os alunos dos últimos períodos das Engenharias da UFERSA.

O modelo é validado caso um aluno de Engenharia Civil que respondeu o questionário tenha como melhor escolha depois do cálculo a própria Engenharia Civil, ou seja, para validar o modelo foi preciso levar em consideração à engenharia que o aluno cursa e o resultado que o modelo sugeriu como escolha para este aluno. Caso essas duas informações sejam as mesmas, a melhor escolha para o aluno seja realmente a engenharia que ele escolher então o modelo é validado, para tanto é preciso analisar, calcular e fazer essa comparação com os seis alunos.

a) Amostra 1 – Aluno 1

O primeiro aluno a responder o questionário cursa o 10º período de Engenharia Civil na UFERSA Angicos. No Quadro 14 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 1.

Quadro 14 - Matriz de decisão Aluno 1

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	50	12	2	0	2	2	0	0	50	0	0	0	18	4
A2	10	6	10	6	0	0	0	0	0	4	0	10	6	20
A3	10	30	0	4	0	0	0	0	0	0	10	0	18	0
A4	0	0	0	0	6	10	0	10	0	0	0	0	12	0
A5	0	0	6	0	10	6	10	6	0	0	0	0	18	4
A6	0	6	6	10	0	0	0	0	0	10	0	0	30	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	2	8	50	8	18	50	6	4	4	40	0	6	0
A2	0	0	0	20	8	0	0	0	0	20	50	0	6	4
A3	2	2	20	30	4	6	0	10	2	0	20	0	30	4
A4	10	6	0	10	20	0	0	0	2	0	20	4	6	0
A5	0	10	0	30	4	6	0	0	10	4	10	10	18	4
A6	0	0	4	20	4	30	20	4	0	0	10	0	12	20
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	0	2	8	50	8	18	50	6	4	4	40	0	6	0
A2	0	0	0	20	8	0	0	0	0	20	50	0	6	4
A3	2	2	20	30	4	6	0	10	2	0	20	0	30	4
A4	10	6	0	10	20	0	0	0	2	0	20	4	6	0
A5	0	10	0	30	4	6	0	0	10	4	10	10	18	4
A6	0	0	4	20	4	30	20	4	0	0	10	0	12	20

Fonte: Autoria própria (2019).

Posteriormente, foi calculado o valor global de cada alternativa. No Quadro 15 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 1.

Quadro 15 - Resultado do Aluno 1

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A1	524
2	A3	294
3	A2	280
4	A6	270
5	A5	244
6	A4	188

Fonte: Autoria própria (2019).

Como pode ser visto a melhor escolha de curso para o Aluno 1 é a alternativa que representa a Engenharia Civil, justamente o curso que este aluno já faz. Sendo assim, é possível afirmar que o modelo está validado com a decisão de escolha deste aluno em questão.

b) Amostra 1 – Aluno 2

O segundo aluno a responder o questionário cursa o 10º período de Engenharia de Produção na UFERSA Angicos. O Quadro 16 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno.

Quadro 16 - Matriz de decisão Aluno 2

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	30	12	10	0	4	6	0	0	20	0	0	0	18	8
A2	6	6	50	30	0	0	0	0	0	16	0	50	6	40
A3	6	30	0	20	0	0	0	0	0	0	50	0	18	0
A4	0	0	0	0	12	30	0	30	0	0	0	0	12	0
A5	0	0	30	0	20	18	30	18	0	0	0	0	18	8
A6	0	6	30	50	0	0	0	0	0	40	0	0	30	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	2	8	30	16	18	30	18	8	8	40	0	10	0
A2	0	0	0	12	16	0	0	0	0	40	50	0	10	4
A3	8	2	20	18	8	6	0	30	4	0	20	0	50	4
A4	40	6	0	6	40	0	0	0	4	0	20	4	10	0
A5	0	10	0	18	8	6	0	0	20	8	10	10	30	4
A6	0	0	4	12	8	30	12	12	0	0	10	0	20	20
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	20	18	10	30	0	4	4	6	0	0	4	0	0	30
A2	4	0	50	6	6	2	0	0	0	10	0	0	50	6
A3	4	0	0	12	18	10	0	6	30	10	0	0	10	0
A4	0	30	0	0	0	2	10	12	0	0	20	4	0	0
A5	0	18	0	6	0	4	2	30	0	0	4	20	10	0
A6	0	0	0	12	30	4	0	6	6	50	0	0	10	6

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 17 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 2.

Quadro 17 - Resultado do Aluno 2

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A2	470
2	A1	422
3	A6	408
4	A3	394
5	A5	360
6	A4	292

Fonte: Autoria própria (2019).

Como pode ser visto a melhor escolha de curso para o aluno 2 é a alternativa que representa a Engenharia de Produção, sendo este o curso que este aluno já cursa. Portanto, é possível afirmar que o modelo está validado com a decisão de escolha do Aluno 2.

c) Amostra 1 – Aluno 3

O terceiro aluno a responder o questionário cursa o 9º período de Engenharia Química na UFERSA Mossoró. O Quadro 18 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno.

Quadro 18 - Matriz de decisão Aluno 3

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	30	16	10	0	10	10	0	0	20	0	0	0	24	6
A2	6	8	50	24	0	0	0	0	0	12	0	50	8	30
A3	6	40	0	16	0	0	0	0	0	0	30	0	24	0
A4	0	0	0	0	30	50	0	40	0	0	0	0	16	0
A5	0	0	30	0	50	30	40	24	0	0	0	0	24	6
A6	0	8	30	40	0	0	0	0	0	30	0	0	40	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	10	16	50	20	24	30	18	20	6	40	0	6	0
A2	0	0	0	20	20	0	0	0	0	30	50	0	6	8
A3	10	10	40	30	10	8	0	30	10	0	20	0	30	8
A4	50	30	0	10	50	0	0	0	10	0	20	20	6	0
A5	0	50	0	30	10	8	0	0	50	6	10	50	18	8
A6	0	0	8	20	10	40	12	12	0	0	10	0	12	40
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	20	12	8	20	0	16	20	10	0	0	10	0	0	30
A2	4	0	40	4	6	8	0	0	0	6	0	0	40	6
A3	4	0	0	8	18	40	0	10	30	6	0	0	8	0
A4	0	20	0	0	0	8	50	20	0	0	50	10	0	0

A5	0	12	0	4	0	16	10	50	0	0	10	50	8	0
A6	0	0	0	8	30	16	0	10	6	30	0	0	8	6

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 19 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 3.

Quadro 19 - Resultado do Aluno 3

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A5	604
2	A1	512
3	A4	490
4	A3	446
5	A2	436
6	A6	426

Fonte: Autoria própria (2019).

Depois do resultado encontrado é possível determinar que a melhor escolha de curso para o Aluno 3 é a alternativa que representa a Engenharia Química, sendo este o curso que esse aluno realmente já cursa. Então, pode-se concluir que o modelo está validado com a decisão de escolha do Aluno 3.

d) Amostra 1 – Aluno 4

O quarto aluno a responder o questionário cursa o 8º período de Engenharia Mecânica na UFRSA Mossoró. O Quadro 20 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno.

Quadro 20 - Matriz de decisão Aluno 4

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	20	8	4	0	6	8	0	0	20	0	0	0	12	2
A2	4	4	20	30	0	0	0	0	0	20	0	40	4	10
A3	4	20	0	20	0	0	0	0	0	0	30	0	12	0
A4	0	0	0	0	18	40	0	20	0	0	0	0	8	0
A5	0	0	12	0	30	24	10	12	0	0	0	0	12	2
A6	0	4	12	50	0	0	0	0	0	50	0	0	20	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	2	4	30	8	12	20	6	8	4	40	0	2	0
A2	0	0	0	12	8	0	0	0	0	20	50	0	2	10
A3	4	2	10	18	4	4	0	10	4	0	20	0	10	10
A4	20	6	0	6	20	0	0	0	4	0	20	4	2	0
A5	0	10	0	18	4	4	0	0	20	4	10	10	6	10
A6	0	0	2	12	4	20	8	4	0	0	10	0	4	50
Critério	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42

Alternativa														
A1	10	6	10	30	0	12	8	2	0	0	10	0	0	50
A2	2	0	50	6	8	6	0	0	0	10	0	0	50	10
A3	2	0	0	12	24	30	0	2	40	10	0	0	10	0
A4	0	10	0	0	0	6	20	4	0	0	50	6	0	0
A5	0	6	0	6	0	12	4	10	0	0	10	30	10	0
A6	0	0	0	12	40	12	0	2	8	50	0	0	10	10

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 21 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 4.

Quadro 21 - Resultado do Aluno 4

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A6	394
2	A2	376
3	A1	354
4	A3	312
5	A5	286
6	A4	394

Fonte: Autoria própria (2019).

Com o resultado apresentado pelo o modelo é perceptível que a melhor alternativa para o Aluno 4 é a A6, que representa a Engenharia Mecânica. É importante destacar que este é o curso que esse aluno cursa. Então, pode-se concluir que o questionário está validado com a decisão de escolha do Aluno 4.

e) Amostra 1 – Aluno 5

O quinto aluno a responder o questionário cursa o 8º período de Engenharia Elétrica na UFRSA Mossoró. O Quadro 22 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 5.

Quadro 22 - Matriz de decisão Aluno 5

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	30	20	4	0	2	2	0	0	10	0	0	0	24	4
A2	6	10	20	18	0	0	0	0	0	12	0	10	8	20
A3	6	50	0	12	0	0	0	0	0	0	50	0	24	0
A4	0	0	0	0	6	10	0	10	0	0	0	0	16	0
A5	0	0	12	0	10	6	10	6	0	0	0	0	24	4
A6	0	10	12	30	0	0	0	0	0	30	0	0	40	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	2	20	50	20	18	30	30	8	8	40	0	6	0
A2	0	0	0	20	20	0	0	0	0	40	50	0	6	2
A3	10	2	50	30	10	6	0	50	4	0	20	0	30	2

A4	50	6	0	10	50	0	0	0	4	0	20	4	6	0
A5	0	10	0	30	10	6	0	0	20	8	10	10	18	2
A6	0	0	10	20	10	30	12	20	0	0	10	0	12	10
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	10	6	2	30	0	12	4	6	0	0	2	0	0	30
A2	2	0	10	6	10	6	0	0	0	10	0	0	10	6
A3	2	0	0	12	30	30	0	6	50	10	0	0	2	0
A4	0	10	0	0	0	6	10	12	0	0	10	2	0	0
A5	0	6	0	6	0	12	2	30	0	0	2	10	2	0
A6	0	0	0	12	50	12	0	6	10	50	0	0	2	6

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 23 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 5.

Quadro 23 - Resultado do Aluno 5

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A3	498
2	A1	430
3	A6	404
4	A2	302
5	A5	266
6	A4	242

Fonte: Autoria própria (2019).

Analisando o resultado do modelo é possível determinar que a melhor alternativa para o Aluno 5 é a A3, esta que representa a Engenharia Elétrica, sendo que este é justamente o curso que este aluno cursa na universidade. Dessa forma, conclui-se que o modelo está validado com a decisão de escolha do Aluno 5.

f) Amostra 1 – Aluno 6

O sexto aluno a responder o questionário cursa o 10º período de Engenharia de Petróleo na UFERSA Mossoró. O Quadro 24 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 6.

Quadro 24 - Matriz de decisão Aluno 6

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	20	8	4	0	10	10	0	0	20	0	0	0	12	4
A2	4	4	20	12	0	0	0	0	0	12	0	30	4	20
A3	4	20	0	8	0	0	0	0	0	0	20	0	12	0
A4	0	0	0	0	30	50	0	50	0	0	0	0	8	0
A5	0	0	12	0	50	30	50	30	0	0	0	0	12	4
A6	0	4	12	20	0	0	0	0	0	30	0	0	20	0
Critério	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28

Alternativa														
A1	0	6	8	40	20	18	10	12	16	6	24	0	4	0
A2	0	0	0	16	20	0	0	0	0	30	30	0	4	4
A3	10	6	20	24	10	6	0	20	8	0	12	0	20	4
A4	50	18	0	8	50	0	0	0	8	0	12	16	4	0
A5	0	30	0	24	10	6	0	0	40	6	6	40	12	4
A6	0	0	4	16	10	30	4	8	0	0	6	0	8	20
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	20	30	4	10	0	4	20	6	0	0	10	0	0	10
A2	4	0	20	2	2	2	0	0	0	2	0	0	10	2
A3	4	0	0	4	6	10	0	6	10	2	0	0	2	0
A4	0	50	0	0	0	2	50	12	0	0	50	2	0	0
A5	0	30	0	2	0	4	10	30	0	0	10	10	2	0
A6	0	0	0	4	10	4	0	6	2	10	0	0	2	2

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 25 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 6.

Quadro 25 - Resultado do Aluno 6

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A4	470
2	A5	464
3	A1	366
4	A2	254
5	A3	248
6	A6	232

Fonte: Autoria própria (2019).

Com os resultados gerados, tem-se que a melhor alternativa para o Aluno 6 é a A4, esta que representa a Engenharia de Petróleo, sendo que este é justamente o curso que este aluno cursa na universidade. É então possível determinar que este modelo está validado com a decisão de escolha do Aluno 6.

4.4.2 Aplicação do modelo

Depois de elaborar e validar o modelo foi aplicado o método com a Amostra 2. Neste ponto do trabalho o foco é aplicar o questionário nos alunos que estão se formando no curso de Ciência e Tecnologia da Ufersa, tanto do Campus Angicos quanto do Campus Mossoró, para mostrar a aplicação do modelo do Modelo.

Para ser apresentado neste trabalho foi trazido os resultados da aplicação dos questionários com 3 alunos, sendo os dois primeiros do Campus Angicos e o terceiro do Campus Mossoró.

O desenvolvimento dos cálculos funcionou da mesma forma dos cálculos da validação, como foi definido pelo modelo proposto, a diferença neste caso é o público que compõe a amostra analisada.

a) Amostra 2 – Aluno 7

O Aluno 7 cursa o 6º período de Ciência e Tecnologia na UFERSA Angicos, este que foi escolhido por se encontrar indeciso entre cursar Engenharia Civil e Engenharia de Produção. O Quadro 26 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 7.

Quadro 26 - Matriz de decisão Aluno 7

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	50	12	4	0	2	2	0	0	50	0	0	0	18	6
A2	10	6	20	12	0	0	0	0	0	12	0	10	6	30
A3	10	30	0	8	0	0	0	0	0	0	10	0	18	0
A4	0	0	0	0	6	10	0	10	0	0	0	0	12	0
A5	0	0	12	0	10	6	10	6	0	0	0	0	18	6
A6	0	6	12	20	0	0	0	0	0	30	0	0	30	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	2	8	50	8	12	30	6	4	6	32	0	4	0
A2	0	0	0	20	8	0	0	0	0	30	40	0	4	4
A3	2	2	20	30	4	4	0	10	2	0	16	0	20	4
A4	10	6	0	10	20	0	0	0	2	0	16	4	4	0
A5	0	10	0	30	4	4	0	0	10	6	8	10	12	4
A6	0	0	4	20	4	20	12	4	0	0	8	0	8	20
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	50	18	6	50	0	12	8	2	0	0	2	0	0	50
A2	10	0	30	10	6	6	0	0	0	2	0	0	10	10
A3	10	0	0	20	18	30	0	2	20	2	0	0	2	0
A4	0	30	0	0	0	6	20	4	0	0	10	2	0	0
A5	0	18	0	10	0	12	4	10	0	0	2	10	2	0
A6	0	0	0	20	30	12	0	2	4	10	0	0	2	10

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 27 o resultado encontrado para as respostas do Aluno 7 é apresentado.

Quadro 27 - Resultado do Aluno 7

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A1	504
2	A2	296
3	A3	294
4	A6	288
5	A5	234

6	A4	182
---	----	-----

Fonte: Autoria própria (2019).

Como resultado depois da aplicação no modelo multicritério temos que A1 é a melhor opção para o Aluno 7, esta alternativa representa a Engenharia Civil, é válido ressaltar também que a segunda melhor opção é a engenharia de produção, mostrando assim para este aluno que a melhor opção entre as duas engenharias que este estava em dúvida é a engenharia civil, pois de acordo com o método esta é a que mais se adequa ao seu perfil.

b) Amostra 2 – Aluno 8

O Aluno 8 cursa o 6º período de Ciência e Tecnologia na UFERSA Angicos, este que se apresentou como indeciso na hora da coleta de dados, em dúvida se deve escolher Engenharia de Produção ou Engenharia Mecânica. O Quadro 28 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 8.

Quadro 28 - Matriz de decisão Aluno 8

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	10	12	10	0	2	2	0	0	20	0	0	0	6	8
A2	2	6	50	30	0	0	0	0	0	8	0	50	2	40
A3	2	30	0	20	0	0	0	0	0	0	20	0	6	0
A4	0	0	0	0	6	10	0	10	0	0	0	0	4	0
A5	0	0	30	0	10	6	30	6	0	0	0	0	6	8
A6	0	6	30	50	0	0	0	0	0	20	0	0	10	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	4	4	40	8	6	10	6	4	10	40	0	8	0
A2	0	0	0	16	8	0	0	0	0	50	50	0	8	2
A3	4	4	10	24	4	2	0	10	2	0	20	0	40	2
A4	20	12	0	8	20	0	0	0	2	0	20	12	8	0
A5	0	20	0	24	4	2	0	0	10	10	10	30	24	2
A6	0	0	2	16	4	10	4	4	0	0	10	0	16	10
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	10	6	10	10	0	4	4	4	0	0	2	0	0	20
A2	2	0	50	2	8	2	0	0	0	10	0	0	50	4
A3	2	0	0	4	24	10	0	4	20	10	0	0	10	0
A4	0	10	0	0	0	2	10	8	0	0	10	4	0	0
A5	0	6	0	2	0	4	2	20	0	0	2	20	10	0
A6	0	0	0	4	40	4	0	4	4	50	0	0	10	4

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 29 é apresentado o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 8.

Quadro 29 – Resultado do Aluno 8

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A2	450
2	A6	312
3	A5	298
4	A3	284
5	A1	280
6	A4	176

Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com resultado gerado por meio do modelo, a melhor opção de curso para o Aluno 8 é a alternativa A2, pois esta foi a que mais pontuou, já em segundo lugar aparece a Engenharia Mecânica, justamente a segunda opção que estava deixando o aluno indeciso, com este resultado o aluno pode perceber que é melhor escolher a Engenharia de Produção.

c) Amostra 2 – Aluno 9

O Aluno 9 cursa o 6º período de Ciência e Tecnologia na UFERSA Mossoró e está indeciso entre o curso de Engenharia Química e Engenharia Mecânica. O Quadro 30 apresenta a matriz de decisão com a pontuação de cada alternativa feita pelo Aluno 9.

Quadro 30 - Matriz de decisão Aluno 9

Critério Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	10	4	2	0	10	2	0	0	10	0	0	0	30	6
A2	2	2	10	6	0	0	0	0	0	4	0	10	10	30
A3	2	10	0	4	0	0	0	0	0	0	10	0	30	0
A4	0	0	0	0	30	10	0	10	0	0	0	0	20	0
A5	0	0	6	0	50	6	10	6	0	0	0	0	30	6
A6	0	2	6	10	0	0	0	0	0	10	0	0	50	0
Critério Alternativa	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28
A1	0	10	4	30	16	30	50	6	20	8	32	0	6	0
A2	0	0	0	12	16	0	0	0	0	40	40	0	6	2
A3	4	10	10	18	8	10	0	10	10	0	16	0	30	2
A4	20	30	0	6	40	0	0	0	10	0	16	20	6	0
A5	0	50	0	18	8	10	0	0	50	8	8	50	18	2
A6	0	0	2	12	8	50	20	4	0	0	8	0	12	10
Critério Alternativa	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
A1	10	6	2	10	0	4	4	10	0	0	2	0	0	10
A2	2	0	10	2	2	2	0	0	0	2	0	0	10	2
A3	2	0	0	4	6	10	0	10	10	2	0	0	2	0
A4	0	10	0	0	0	2	10	20	0	0	10	10	0	0
A5	0	6	0	2	0	4	2	50	0	0	2	50	2	0
A6	0	0	0	4	10	4	0	10	2	10	0	0	2	2

Fonte: Autoria própria (2019).

O Quadro 31 apresenta o resultado encontrado pelo modelo para as respostas do Aluno 9.

Quadro 31 - Resultado do Aluno 9

Posição	Alternativas	(Vij)
1	A5	454
2	A1	344
3	A4	280
4	A6	248
5	A3	230
6	A2	222

Fonte: Autoria própria (2019).

Com os resultados gerados por meio do modelo multicritério proposto, a melhor alternativa de curso para o Aluno 9 é a alternativa A5 (Engenharia Química), pois esta foi a alternativa que obteve maior pontuação. Enquanto isto a segunda opção deste aluno teve um péssimo desempenho, mostrando assim que a melhor opção realmente é a Engenharia Química e não a Engenharia Mecânica. Este aluno obteve como resposta uma diferença considerável entre as alternativas que este estava em dúvida, pois enquanto a A5 foi a que mais pontuou a A6 ficou atrás da pontuação de outras duas alternativas, o que mostra a esse aluno que a segunda opção dele não combina com seu perfil

Com a aplicação do modelo nos alunos indecisos da UFERSA foi possível observar um impacto positivo, uma vez que o resultado do modelo foi mostrado para os alunos que responderam aos questionários e os mesmos apresentaram satisfação com os resultados obtidos, alegando que o modelo estava coerente com o que eles já tinham em mente e que puderam tirar a dúvida sobre qual engenharia mais se adequa ao seu perfil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo se concentrou primeiro em realizar uma revisão de literatura, esta que englobou todos os assuntos e temas relevantes para a construção deste trabalho. Com essa revisão foi possível caracterizar todos os cursos de engenharia do segundo ciclo do curso de CeT da UFERSA. A caracterização dos cursos se deu por meio das definições de cada engenharia, às áreas de atuação, o perfil do profissional, as habilidades de cada engenheiro dentre outras características. Com isso identificou-se que alguns cursos tinham perfil em comum (por isso que um critério pontua em mais de uma alternativa) e outras eram totalmente diferentes. A partir disso, se tornou possível entender as particularidades de cursos de Engenharia para auxiliar na determinação dos critérios e seus pesos.

Posteriormente, foi escolhido o método multicritério a ser utilizado neste trabalho baseado nas características de cada método. Diversas literaturas a respeito de métodos multicritérios foram apresentadas neste trabalho, para assim realizar uma comparação entre estes. Com a realização da comparação o método considerado mais adequado para ser empregado neste trabalho de acordo com os fatores de contexto, racionalidade, tipo de problemática e estrutura de preferências foi o método de agregação aditivo.

Para construir o modelo multicritério foi preciso definir os critérios que servirão para analisar as alternativas do modelo. As alternativas foram selecionadas analisado o problema, sendo estas determinadas pelo próprio autor, já os critérios precisaram passar por um processo minucioso, que além de analisar a situação problema, foi preciso interpretar o perfil dos alunos bem como estudar as características das alternativas/engenharias. Um total de 42 critérios foram definidos para serem usados no modelo proposto, atingindo assim o objetivo de levantamento dos critérios.

Em seguida, foi definido os pesos para cada um dos critérios, sempre levando em consideração a influência de cada critério sobre cada uma das alternativas. Para conseguir um melhor resultado na definição destes pesos e deixar o modelo mais alinhado com a realidade do problema, seis profissionais de cada uma das engenharias tratadas neste trabalho foram buscados para auxiliarem nas definições dos pesos. Foi formada a matriz dos pesos, no qual foi possível perceber que cada critério tem pesos diferentes em cada alternativa de acordo com o grau de importância desse nas alternativas.

Com a escolha do método, as alternativas, critérios e pesos definidos, foi possível começar a fase de aplicação dos questionários nas amostras pré-definidas. O questionário foi

construído no formato de formulário eletrônico, aplicados e respondidos pelos respectivos alunos que formavam as amostras. Essa etapa foi importante para o processo de coleta de dados.

A criação do modelo multicritério deste trabalho se deu por meio da declaração das variáveis e pelo processo de cálculo previamente definido. Com as respostas dos questionários foi possível calcular os resultados no modelo para tentar validá-lo, para tanto era necessário que os alunos da amostra 1 obtivessem como melhor escolha por meio do método a indicação de cursar a engenharia que estes já cursavam.

Com os resultados encontrados foi validado o modelo proposto, uma vez que os resultados atenderam a regra e a melhor escolha foi a engenharia que os alunos da Amostra 1 já cursavam. Já na parte de aplicação, o modelo conseguiu ajudar os três alunos da Amostra 2, estes que apresentavam indecisões, mostrando a estes quais as engenharias que mais se adequa ao seu perfil.

Os alunos da Amostra 2 além de indecisos se mostraram interessados em participar da aplicação deste modelo, como forma de descobrir quais as engenharias mais se adequam aos seus perfis. O Aluno 7 que é da UFERSA Angicos obteve como resultado de melhor escolha a Engenharia Civil, enquanto o Aluno 8 do mesmo Campus obteve como melhor escolha a Engenharia de Produção. É interessante ressaltar que estes são justamente os dois cursos de engenharia disponíveis para serem cursados no Campus Angicos, o que pode ter influenciado no perfil destes alunos para estas duas opções.

O Aluno 9 do Campus Mossoró teve como resultado de melhor escolha a Engenharia Química, que se apresenta disponível também no Campus que este estuda. Com isso é possível concluir que a aplicação foi bem-sucedida, e pode ajudar a estes três alunos indecisos não somente a saberem qual era a melhor escolha, mas também a saber qual a ordem da melhor para a pior das alternativas que melhor se encaixam no seu perfil.

Portanto, como o modelo proposto por este trabalho foi validado, é possível dizer que este modelo pode auxiliar os alunos indecisos do curso de CeT a terem uma perspectiva de quais engenharia mais se adequa ao seu perfil, já que em muitos casos a indecisão pode variar entre uma engenharia ou outra, o aluno tendo acesso a ordem de pontos das alternativas pode se basear na tomada de decisão, averiguando se suas opções realmente se alinham ao seu perfil ou não, de acordo com a pontuação das alternativas.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

Durante a realização deste trabalho alguns pontos surgiram que podem ser bem vindos na construção de trabalhos futuros, algumas das recomendações são:

- Avaliar o nível de satisfação do aluno com a escolha sugerida pelo modelo;
- Aplicar o modelo em amostras mais representativas;
- Desenvolver juntamente com uma equipe especializada uma linguagem de programação que consiga rodar o modelo proposto deste trabalho em um software ou aplicativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-KLOUB, B.; AL-SHEMMERI, T.; PEARMAN, A. *The role of weights in multi-criteria decision aid, and the ranking of water projects in Jordan. **European Journal of Operational Research***, v. 99, n. 2, p. 278-288, 1997.
- AL-SHEMMERI, T.; AL-KLOUB, B. & PEARMAN, A. *Model choice in multicriteria decision aid. **European Journal of Operational Research***, Vol. 97, Issue 3, p. 550-560, 1997.
- ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. **Aplicações com métodos multicritério de apoio a decisão**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.
- ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.
- ALMEIDA, F. H de; MELO-SILVA, L. L. **Influência dos pais no processo de escolha profissional dos filhos: uma revisão da literatura**. Psico-USF (Impr.), Itatiba, v. 16, n.1,2011, p. 75-85.
- ALVES, I. C. B., ALCHIERI, J. C., & MARQUES, K. C. **As técnicas de exame psicológico ensinadas nos cursos de graduação de acordo com os professores**. Psico-USF, 7, 77-88. 2002.
- ANDRADE, M. M de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- BANA e COSTA, C. A. **Une méthode pour l'aide à la décision en situations multicritère et multiacteur**. LAMSADE, 59, Université de Paris-Dauphine. Sistemi Urbani, 3, 1990, 301–332, 1989.
- BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions in Operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994.
- BANA E COSTA, C. A. e VANSNICK, J. C. **A theoretical framework for Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)**. In. Clímaco, J. (ed.) *Multicriteria Analysis*. Springer Verlag, Berlim. 1995.
- BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J. C. **Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica**. Colección de Economía, 1997.
- BORNIA, A. C.; WERNKE, R. A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais. **Revista Contabilidade & Finanças**. FIPECAP – FEA – USP. v.14, n. 25, p. 60- 71, jan./abr. 2001.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B.; VINCKE, P. **Promethee: a New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis**. Washington: North-Holland, p. 477-490, 1984.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The Promethee method. **European Journal of Operational Research**, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.

BRANS, MARESCHAL, **Prométhée-Gaia Une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples**. Bruxelas: Editions de l'Université de Bruxelles, Collection Statistique et Mathématiques Appliquées, 2002.

CONFEA. Confea - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005**. Brasília, DF, Decreto Presidencial 6.096 de 27 de abril de 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI. Brasília, 2005.

COSTA, H. G. et al. ELECTRE TRI applied to costumers satisfaction evaluation. **Produção**, v. 17, n. 2, p. 230-245, 2007.

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Niterói: H.G.C., 2002.

COSTA, F. J. **Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

ENSSLIN, L.; NETO, G. M. & NORONHA, S. M. **Apoio à Decisão – Metodologia para a estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Editora Insular. Florianópolis, 2001.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. New York: Springer, 1004 p. International Series in Operations Research & Management Science, 2005.

FONSECA, M. A.; AZEVEDO, J. **Imprevisíveis itinerários de transição escola-trabalho: a expressão de uma outra sociedade**. Vila Nova de Gaia, Portugal: Fundação Manuel Leitão, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, G. H; LOPES, C. M. C; NIETO, S dos. S. CÁLCULO ZERO: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA COM CALOUROS NOS CURSOS DE ENGENHARIA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. **Anais...** . Brasília. p. 01 - 09. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/index.php?ss=14>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

GOMES JÚNIOR, S. F. et al. Integração de Métodos Multicritério na Busca da Sustentabilidade Agrícola para a Produção de Tomates no Município de São José de Ubá - RJ. **Pesquisa Operacional**, v. 31, n. 1, p. 157-171, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382011000100010>>. Acesso em 17 nov. 2018.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2002.

GUGLIELMETTI, F. R; MARINS, F. A. S; SALOMON, V. A. P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: XXIII ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto - Mg. **Anais...** . Ouro Preto, 2003. p. 1 - 6. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0602_0237.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2019.

GUIITOUNI, A.; MARTEL, J. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. **European Journal of Operational Research**. Vol. 109, Issue 2, p 501-521, 1998.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **PSIC.: Teor. e pesq.**, Brasília, V. 22, N. 2, P. 201-209, Ago. 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO T EIXEIRA. **Sinopse Estatística da Educação Superior 2016**. Brasília: Inep, 2017. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M de. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LUCAS, M. G; FORTUNATTI, Z. F de. S. **Jovem aprendiz: benefícios do trabalho na adolescência**. Unoesc & Ciência - ACBS, v. 4, n. 2, 2013, p. 155-164. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acbs/article/view/3637>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

MACHADO, L.R.S. **Educação básica, empregabilidade e competência**. Trabalho e Educação, Belo Horizonte, 2013, p. 15-31. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/trabedu/article/viewFile/1490/1133>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. de O.; BARROS, M. da S. O uso do método de análise hierárquica na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: XLI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SOBRAPO, 2009.

MELLO, J. C. C. B. S. de et al. UM ESTUDO PRELIMINAR DA INTEGRAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO: VIP ANALYSIS E MACBETH. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL - SBPO, 39., 2007. Fortaleza – CE. **Anais...** Fortaleza - Ce, p. 1372 – 1381, 2007.

MONTIS, A.; TORO, P.; FRANK, B.; OMANN, I. & STAGL, S. Criteria for quality assessment of MCDA methods. **3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics**. Viena: Wirtschaftsuniversität Wien, 2000.

MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R.; ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support. **Computers & Operations Research**, v. 27, n. 7, p. 757-777, 2000.

MOUSSEAU, V.; FIGUEIRA, J.; NAUX, J. P. Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results. **European Journal of Operational Research**, v. 130, n. 2, p. 263-275, 2001.

OGUSHI, M. M. P; BARDAGI, M. P. **Reflexões sobre a relação estudante-universidade a partir de uma experiência de atendimento em orientação profissional**. R. Eletr. de Extensão, Florianópolis, v. 12, n. 19, 2015, p.33-50. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1807-0221.2015v12n19p33>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

OLIVEIRA, V. F. de et al. UM ESTUDO SOBRE A EXPANSÃO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL. **Abenge**, Juiz de Fora, v. , n. , p.1-31, 2013.

OLIVEIRA, V. F de; ALMEIDA, N. N de. RETROSPECTO E ATUALIDADE DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA. In: VANDERLÍ FAVA DE OLIVEIRA (Brasília) (Org.). **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), 2010. Cap. 1. p. 21-47. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/492049/Trajet%C3%B3ria+e+estado+da+arte+da+forma%C3%A7%C3%A3o+em+engenharia%2C+arquitetura+e+agronomia+%E2%80%93+Vol+01/63ff032e-bf72-46f0-84d9-606d0b84ec3e?version=1.0>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

OLSON, D. L. **Decision aids for election problems**. Springer, 1996.

PARDAL, P. **140 anos de doutorado e 75 de livre docência no ensino de Engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola de Engenharia, UFRJ, 1986.

PINHO, A. F.; MONTEVECHI, J. A. B. & PAMPLONA, E. O. **Um modelo computacional, baseado no método AHP, para análise multicriterial de decisão**. XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 1996.

POCHMANN, M. **A batalha pelo primeiro emprego: a situação atual e as perspectivas do jovem no mercado de trabalho brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Publischer, 2007.

POLATIDIS, H. et al. Selecting an appropriate multi-criteria decision analysis technique for renewable energy planning. **Energy Sources, Part B**, v. 1, p. 181-193, 2006.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A M. O Apoio Multicritério à Decisão na avaliação de candidatos. **Produção**, v. 20, n. 1, p. 92-101, 2010.

ROY, B. *The outranking approach and the foundations of electre methods*. **Theory and Decision**, v. 31, p. 49-73, 1991.

ROCHE, H.; VEJO, C. Analisis multicriterio em la toma de decisiones. Métodos Cuantitativos aplicados a la administración. **Analisis multicritério – AHP**. Material apoyo AHP, 2004.

RODRIGUEZ, D. S. S; COSTA, H. G; CARMO, L. F. R. R. S do. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 20, n. 1, p.134-146, mar. 2013.

ROY, B. **Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE)**. Lausanne Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1968.

ROY, B. Decision-aid and decision-making. **European Journal of Operational Research**, v. 45, n. 2-3, p. 324-331, 1990.

ROY, B.; BERTIER, P. M. **La methode ELECTRE II**: Une methode de classement en presence de criteres multiples. Paris: SEMA (Metra International) Paris, 1971.

ROY, B. **ELECTRE III**: Algorithme de classement basé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. Cahiers du CERO, v. 20, n. 1, p. 3-24, 1978.

ROY, B.; HUGONNARD, J. C. **Classement des prolongements de lignes de stations en banlieu parisienne**. Cahiers du LAMSADE. Paris: Université Dauphine et RATP, 1981.

ROY, B. M.; SKALKA, J. **ELECTRE IS**: Aspécts methodologiques et guide d'utilisation. Cahier du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1985.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw Hill, 1980.

SAATY, T. L. **Decision Making with Dependence and Feedback**: The Analytic Network Process. Pittsburg: RWS, 1996.

SAATY, T.L. **Decision making for leaders**. Pitts burg, USA: WS. Publications, 2000.

SALOMON, V. A. P. & MONTEVECHI, J. A. B. **A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision-making methods**: some cases developed in Brazil, VI International Symposium on AHP, Proceedings, p. 413-420, Berna: Bern Universität, 2001.

SILVA JÚNIOR, S. D da; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p.1-16, out. 2014.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B, GOMES, E. G. LINS, M.P.E. Análise multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do método MACBETH. **Revista Produção**, 11 (2) , 53-67. 2002.

SPARTA, M. **A exploração e a indecisão vocacionais em adolescentes no contexto Educacional brasileiro**. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TELLES, P. C. S. **História da Engenharia no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

TRAJETÓRIA E ESTADO DA ARTE DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CONFEA) – volume I: Engenharias / Organizador: Vanderlí Fava de Oliveira. – Brasília : Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010.

TREVIZANO, W. A; FREITAS, A. L. P. **Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de Processadores.** In: XXV Encontro Nac. de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov. de 2005.

TRANTAPHYLLOU, E. **A sensitivity analysis approach for some deterministic multicriteria decision making methods.** Decision Sciences, Vol. 28, p. 151-194, 1997.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semiárido. **Projeto Pedagógico do Curso: Bacharelado em Ciência e Tecnologia.** UFERSA/DCEN. Mossoró/RN: 2010.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil.** Pau dos Ferros/RN: 2017.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção.** Angicos/RN: 2008.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica.** Mossoró/RN: 2017.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Petróleo.** Mossoró/RN: 2011.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Química.** Mossoró/RN: 2014.

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido . **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica.** Mossoró/RN: 2011.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid.** John Wiley & Sons, 1992.

WANG, W. **A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation.** Applied Mathematical Modelling, v. 34, n. 10, p. 3130-3141, 2010.

WERNKE, R.; BORNIA, A.C. A contabilidade gerencial e os métodos multicritérios. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, Fipecafi, v.14, n.25, p.60-71, jan./fev./mar./abr. 2001.

XAVIER da SILVA, J. Geoprocessamento e Análise Ambiental. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, 54 (3) 1992. p 47-61. 1992.

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

YU, W. **ELECTRE TRI - Aspects Methodologiques et Guide d'Utilisation**. Document du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1992.

ZANAKIS, S. H.; SOLOMON, A.; WISHART, N.; DUBLISH, S. Multi-attribute decision making: a simulation comparison of select methods, **European Journal of Operational Research**, n. 107, p. 507-529, 1998.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DOS CRITÉRIOS

Escolha da Engenharia

Este questionário tem como objetivo coletar dados para validar o Modelo Multicritério de Apoio a Decisão que está sendo elaborado no Trabalho de Término de Curso do aluno Jefferson Souza Medeiros, aluno de Engenharia de Produção da UFERSA - Angicos. Este trabalho visa auxiliar aos alunos de Ciência e Tecnologia da UFERSA a escolherem a engenharia que mais se adequa ao seu perfil. Vale ressaltar que a escala utilizada de 1 a 5 se refere ao nível de concordância do respondente com as afirmações, onde 1 significa discordo totalmente e 5 concordo totalmente.

***Required**

Curso e Período *

Campus *

1. Gostaria de trabalhar em obras como: construção de casas, edifícios, estradas, pontes e outros. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2. Gostaria de trabalhar em parques de transformação de energias elétricas, como: hidrelétricas, parques eólicos, parques solares, postos de abastecimento de energia, empresas e projetos elétricos. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. Gostaria de trabalhar em empresas como: indústrias manufatureiras de produtos e serviços.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. Gostaria de trabalhar em indústrias de desenvolvimento de peças e equipamentos, em empresas de manutenção e controle de máquinas em geral. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5. Gostaria de trabalhar em indústrias de transformações físico-químicas e em laboratórios. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6. Gostaria de trabalhar em plataformas, poços e campos de extração de petróleo. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7. Vejo-me trabalhando em processos de transformações de água, alimentos, combustíveis, polímeros e produtos cerâmicos como cimento. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

8. Vejo-me trabalhando em atividades referentes ao dimensionamento, avaliação e exploração de jazidas petrolíferas, transportes e industrialização do petróleo, seus serviços afins e correlatos. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

9. Vejo-me trabalhando no projeto, construção, fiscalização de obras, perícia, planejamento e manutenção de infraestruturas. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

10. Vejo-me trabalhando em atividade que envolve desenvolvimento, projeto, construção e manutenção de máquinas e equipamentos. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

11. Vejo-me trabalhando nas áreas de telecomunicações, eletrônica, sistemas de energia, automação e controle. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

12. Vejo-me trabalhando no planejamento e controle do processo produtivo de uma organização, trazendo lucro para esta por meio de ferramentas e conhecimentos gerenciais a respeito de toda a cadeia de suprimento. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

13. Identifico-me com as disciplinas de física. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

14. Identifico-me com as disciplinas de estatística e economia. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

15. Identifico-me com as disciplinas que abordam a temática das energias renováveis e não renováveis. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

16. Identifico-me com as disciplinas de química. **Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**17. Identifico-me com as disciplinas que envolvem eletricidade. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**18. Identifico-me com as disciplinas de cálculo. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**19. Tenho afinidade com a disciplina de ambiente, energia e sociedade. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**20. Tenho afinidade com a disciplina mecânica clássica. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**21. Tenho afinidade com a disciplina resistência dos materiais I. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐**22. Tenho afinidade com a disciplina de eletricidade e magnetismo. ****Mark only one oval.*

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

23. Tenho afinidade com a disciplina de fenômenos de transporte. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

24. Tenho afinidade com a disciplina de administração. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

25. Em situações de problemas para serem resolvidos em equipe, eu me sinto confortável em trabalhar com outras pessoas. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

26. Em situações que envolvam o estudo aprofundado das áreas de química orgânica e inorgânica, eu costumo ter interesse. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

27. Sou dotado de grande habilidade numérica, capacidade de abstração, exatidão, meticulosidade e flexibilidade. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

28. Situações que envolvam o estudo das Ciências mecânicas e térmicas, que servem para projetar, desenvolver, fabricar e testar ferramentas, motores, máquinas e outros dispositivos despertam meu interesse. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

29. Em situações de projetar construções prediais, planejamento de vias e residenciais eu me sinto confortável. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

30. Situações que envolvam conhecimentos em engenharia juntamente com geologia e mineração despertam meu interesse. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

31. Em um ambiente organizacional sinto interesse em planejar o processo produtivo, controlar e otimizar, fazendo com que nunca falta recurso e minimizando os custos. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

32. Em um cenário que haja um problema na estrutura da minha casa sou apto para resolvê-lo de forma rápida e técnica. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

33. Eu tenho interesse para trabalhar na indústria aeronáutica, onde são necessários conhecimentos nas áreas de métodos numéricos e de simulação computacional. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

34. Tenho interesse em projetar coisas com alta complexidade matemática, mecânica e física. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

35. Em situações que envolvam analisar e estudar novas técnicas de perfurações de poços, eu costumo ter interesse. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

36. Os processos de mudanças de estados (fusão, evaporação, condensação e solidificação) presentes no cotidiano das pessoas, despertam meu interesse. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

37. Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou os painéis de energia solar. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

38. Eu gostaria de ter feito parte do time que fabricou o primeiro automóvel. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

39. Eu gostaria de ter feito parte do time que perfurou o primeiro poço de petróleo no mar. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

40. Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou o sistema de purificação de água. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

41. Eu gostaria de ter feito parte do time que inventou a organização do trabalho nas fábricas. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

42. Eu gostaria de ter feito parte do time que construiu a maior ponte do mundo. *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐