



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MARIA FERNANDA SANT'ANA**

**ESTUDO DE LOCALIZAÇÃO PARA EXPANSÃO DO CURSO DE  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO  
SUPERIOR NO ESTADO DO PARÁ UTILIZANDO O MÉTODO AHP**

**BELÉM**  
**2018**

MARIA FERNANDA SANT'ANA

**ESTUDO DE LOCALIZAÇÃO PARA EXPANSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO ESTADO DO  
PARÁ UTILIZANDO O MÉTODO AHP**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à  
Universidade do Estado do Pará como requisito parcial  
para obtenção do Título de Engenheira de Produção.

Orientadora: Prof. Dra. Yvelyne Bianca Lunes Santos.  
Coorientador: Prof. Msc. Ruy Gomes da Silva

BELÉM


2018

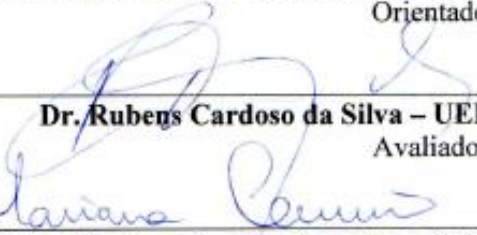


**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**





**"Estudo de localização para expansão do curso de Engenharia de Produção de uma instituição de ensino superior no estado do Pará utilizando o método AHP"**.  
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pela aluna **Maria Fernanda Santana**, em 05 de dezembro de 2018, no Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará - CCNT/UEPA, e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Yvelyne Biança Iunes Santos – UEPA**  
Orientadora

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Rubens Cardoso da Silva – UEPA**  
Avaliador 1

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Mariana Pereira Carneiro – UEPA**  
Avaliador 2

  
\_\_\_\_\_  
**MSc. Ruy Gomes da Silva – FAMAZ**  
Avaliador 3

  
\_\_\_\_\_  
**Esp. Cláudio Mauro Vieira Serra – UEPA**  
Avaliador 4

Belém/PA, 05 de dezembro de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar preciso agradecer a Deus por todas as situações e oportunidades que Ele colocou em minha existência, por me dar o dom da vida e força para realizar meus sonhos.

Em segundo lugar aos meus pais, Marcílio Carlos Sant'Ana e Rosana Maria Rodrigues Sant'Ana, pois sem eles eu não conquistaria mais essa etapa. Muito obrigada por todas as oportunidades que puderam me proporcionar, por sempre acreditarem em mim, vocês não medem esforços para que seus filhos sejam felizes! Vocês meus eternos amigos me acompanharam ao longo de toda a minha vida e estarão ao meu lado em todas as etapas da minha vida.

Aos meus irmãos, Marcílio Carlos Sant'Ana Júnior e Rodrigo Augusto Sant'Ana, muito obrigada pelos conselhos, por todas as vezes que vocês me alertaram e cuidaram de mim, mesmo de longe vocês sempre estavam presentes em minha vida. Vocês me inspiraram na vida toda em todas as decisões que tomei e essa conquista também é de vocês.

Agradeço ao meu namorado, Pedro Matheus d'Oliveira, por estar firme ao meu lado, apoiar em cada dificuldade que surgiu e comemorar cada vitória que obtive. Por isso e tantas outras dedicações suas, eu não poderia deixar de agradecer por você ter entrado na minha vida.

Agradeço a minha família que mesmo tão longe me auxiliavam a continuar as minhas tarefas, vocês merecem parte desse trabalho dedicado a vocês. Minha vó, Laurinda Alves Sant'Ana, que está nos céus me amparando e olhando por minha vida, muito obrigada.

Aos meus amigos de longos anos e colegas de classe agradeço por estarem ao meu lado durante toda a minha vida, me ajudando a dar cada passo e dividindo o peso das dificuldades comigo.

Essa vitória, também, é de todos os professores que me inspiraram ao longo de toda a minha vida de estudante. Preciso agradecer especialmente a minha orientadora, Yvelyne Bianca Lunes Santos, e coorientador, Ruy Gomes da Silva, por confiar em mim para realizar esse trabalho e por todo o conhecimento transmitido.

Por fim, eu preciso agradecer a algumas pessoas que me ajudaram a tornar esse trabalho possível. O colega Clever Ronni Monteiro Moreira, o professor Vitor Martins e ao superintendente do CREA/PA Jheferson.

*“A flor que desabrocha na adversidade é  
a mais rara e bela de todas”*

O Imperador- Mulan

## RESUMO

O estudo racional, quantitativo e estratégico de localização influencia fortemente no plano de desenvolvimento de uma instituição, podendo impactar na área de atuação e no aproveitamento das oportunidades existentes em certas localidades. Tendo como cenário uma Instituição de Ensino Superior Pública do Estado do Pará, tem-se como objetivo identificar os municípios paraenses por onde deve expandir, prioritariamente, o curso de graduação em Engenharia de Produção da Instituição em questão. A metodologia utilizada foi o método multicritério de apoio à decisão AHP (em inglês, *Analytic Hierarchy Process*). Para aplicar o método foi definido como principais critérios o número de habitantes, infraestrutura física, infraestrutura educacional e quantidade indústrias, comércio e serviço nos municípios estudados. Os dados necessários foram coletados a partir de sites estatísticos oficiais e artigos científicos. O modelo desenvolvido foi resolvido no *software Expert Choice* que permitiu ainda análise de sensibilidade para diversos cenários. Os resultados mostraram que a ordem de prioridades gerada para expandir o curso de graduação em Engenharia de Produção da IES estudada foram, respectivamente, as cidades de Barcarena, Santarém, Parauapebas, Altamira e Paragominas. É importante ressaltar que o resultado não comprova que a cidade de Barcarena tem maior peso em todos os critérios analisados, observou-se que no quesito infraestrutura física e número de habitantes as cidades de Santarém, Parauapebas e Altamira obtiveram maior importância. Assim, foi possível propor um plano estratégico de expansão municipal para o curso de engenharia de produção da IES estudada a fim de auxiliar a tomada de decisão.

**Palavras-Chave:** Localização Estratégica; Método AHP; Tomada de Decisão Multicritério; Curso de Engenharia de Produção.

## ABSTRACT

The rational, quantitative and strategic study of location has a strong influence on the development of an institution, it could impact on the operational area and on the market opportunities of some locations. This paper is based on a High Education Public Institution of the State of Pará and the study had the goal to identify the cities where management engineer course could be expanded. The developed methodology was the multicriteria decision support method Analytic Hierarchy Process. It was necessary to apply the chosen methodology define which criteria impact the decision of a new course's location and the priority was defined as number of people that lives on the cities, how many industries act there, physical infrastructure and educational infrastructure. The used data on the paper was caught on official sites and articles. Next was able to apply AHP method and then the outcome was used on Software Expert Choice to get location's priority hierarchy to the paper goal and used the Sensitivity Graphic to verify outcomes's consistency and tried other propositions. The results show that the cities hierarchy of the goal are Barcarena, Santatém, Parauapebas, Altamira e Paragominas. It is important to say that the outcome does not prove that the city of Barcarena has the biggest weight in every criteria, because to physical infrastructure and number of people other cities had more importance. Finally, was able to define a strategic plan of town expansion for the management engineer course to support the decision making of the studied institution.

**Key Words:** Strategic Location; Analytic Hierarchy Process; Multicriteria Decision Making; Management Engineer Course.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama Hierárquico Genérico	30
Figura 2 – Matriz Peso e Matriz Normalizada do Professor 1	36
Figura 3 – Peso dos Critérios para o Professor 1	37
Figura 4 – Diagrama Hierárquico para a Tomada de Decisão de Expandir o Curso de Engenharia de Produção	39
Figura 5 – Matriz Peso dos Critérios	44
Figura 6 – Matriz Normalizada dos Critérios	44
Figura 7 – Vetor W	44
Figura 8 – Vetor Ws	45
Figura 9 – Vetor Consistência	45
Figura 10 – Média Consistência	46
Figura 11 – Índice de Consistência	46
Figura 12 – Relação de Consistência	46
Figura 13 – Peso dos Subcritérios	47
Figura 14 – Distância de Santarém para Altamira	48
Figura 15 – Distância de Santarém para Itaituba	49
Figura 16 – Distância das Cidades do Grupo 2	49
Figura 17 – Distância das Cidades do Grupo 3	50
Figura 18 – Matriz de Comparação para Acesso à Informação	52
Figura 19 – Peso das Cidades	53
Figura 20 – Mapa cidades do estado do Pará	54

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Etapas para a Realização do Trabalho	37
Gráfico 2 – Valor do CR nas Matrizes de Comparação	55
Gráfico 3 – Comparação da Cidade de Barcarena em Relação às Demais	56
Gráfico 4 – Gráfico de Sensibilidade do Critério Quantidade de Indústria, Comércio e Serviços	57
Gráfico 5 – Gráfico de Sensibilidade do Critério Infraestrutura Física	58
Gráfico 6 – Gráfico de Sensibilidade do Critério Infraestrutura Educacional	59
Gráfico 7 – Gráfico de Sensibilidade do Critério Número de Habitantes	59
Gráfico 8 – Peso dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 1	60
Gráfico 9 – Peso dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 2	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala Absoluta de Saaty	31
Tabela 2 – Índices de Consistência Randômica	32
Tabela 3 – Subcritérios para Cada Critério	40
Tabela 4 – Subcritério, Ano de Publicação e Fonte de Dados	50
Tabela 5 – Dados das Cidades e <i>Ranking</i> das Mesmas	52
Tabela 6 – Comparação dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 1	60
Tabela 7 – Comparação dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 2	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMC	Análise Multicritério
CI	Índice de Consistência
CR	Relação de Consistência
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
FIES	Financiamento Estudantil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituição de Ensino Superior Pública
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPS	Índice de Progresso Social
MCDM	<i>Multiple-criteria Decision Making</i>
MEC	Ministério da Educação
PO	Pesquisa Operacional
ProUni	Programa Universidade para Todos
RI	Índice Randômico
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	17
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	17
1.2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	17
1.4	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	199
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	2020
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	211
2.1	ENSINO SUPERIOR NO BRASIL E O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	21
2.2	A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO .....	222
2.3	LOGÍSTICA .....	233
2.3.1	<b>Arranjo físico</b> .....	244
2.3.2	<b>Estudo de localização</b> .....	255
2.4	ANÁLISE MULTICRITÉRIO .....	266
2.4.1	<b>Análise multicritério aplicada às decisões</b> .....	277
2.4.2	<b>O método AHP como instrumento de tomada de decisão multicritério</b>	288
2.4.3	<b>Software expert choice</b> .....	322
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	344
3.1	CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA.....	344
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	344
3.3	ETAPAS DO TRABALHO .....	355
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	388
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO.....	388
4.2	MODELO PARA DEFINIR A LOCALIZAÇÃO DO CURSO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO .....	388

<b>4.2.1 Critérios e subcritérios para decisão</b> .....	40
4.2.1.1 <i>Número de Jovens na Cidade</i> .....	40
4.2.1.2 <i>Quantidade de Engenheiros Formados</i> .....	40
4.2.1.3 <i>Demanda pelo Profissional</i> .....	411
4.2.1.4 <i>Parceria Técnico-Científica</i> .....	411
4.2.1.5 <i>Acesso ao Município</i> .....	422
4.2.1.6 <i>Hospedagem no Município</i> .....	422
4.2.1.7 <i>Quantidade de Curso Superior</i> .....	433
4.2.1.8 <i>Acesso à Informação</i> .....	433
<b>4.2.2 Peso dos critérios e subcritérios</b> .....	433
<b>4.2.3 Alternativas para a nova localização</b> .....	477
<b>4.3 APLICAÇÃO DO MODELO</b> .....	511
<b>4.3.1 Construção das matrizes de decisão</b> .....	511
<b>4.3.2 Análise e discussão dos resultados</b> .....	544
<b>4.3.3 Análise de sensibilidade</b> .....	577
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	622
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	666
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO ENTREVISTA PROFESSORES</b> .....	72
<b>APÊNDICE B - RANKING DAS CIDADES POR SUBCRITÉRIO</b> .....	74
<b>APÊNDICE C - MATRIZES DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS PARA CADA SUBCRITÉRIO</b> .....	76
<b>APÊNDICE D - MATRIZES DE COMPARAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS</b> .....	78
<b>ANEXO A – TABELA ÁREAS DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO</b> ...729	
<b>ANEXO B - TABELA DE DADOS REFERENTE A QUANTIDADE DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS</b> .....	83

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção- ABEPRO (2018) compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia.

Os primórdios da Engenharia de Produção remetem à Revolução Industrial, quando havia a necessidade de criação, difusão e gerenciamento de ambientes fabris, nos quais se iniciaram a implementação e o controle de métodos e técnicas padronizadas (BROADBERRY et al., 2013). Essa profissão surge na Inglaterra com a intitulação de *Industrial Engineering*, ou seja, Engenharia Industrial.

No Brasil, o curso se desenvolveu apenas com a chegada das primeiras multinacionais no país, devido a uma discrepância das indústrias nacionais e internacionais, gerando uma lacuna de engenharia nas empresas brasileiras. Assim, surge em 1958 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) o primeiro curso de Engenharia de Produção em território nacional, inicialmente como uma opção ao curso de Engenharia Mecânica (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2009).

Primeiramente, na década de 1990, havia 15 cursos de Engenharia de Produção, enquanto em 2000 eram 72 cursos e, em oito anos, aumentou para 287, ou seja, houve um crescimento na disponibilidade do curso de 1.820%, crescimento muito superior ao das demais engenharias (BITTENCOURT et al., 2010). Segundo dados da ABEPRO, até 2011 existiam em torno de 450 cursos de Engenharia de Produção no Brasil. Em 2018, dados do MEC mostram a existência de 1.081 cursos, em atividade, pelo país, mostrando uma evolução de aproximadamente 240% em relação a 2011.

Os dados mostram, também, uma disparidade na quantidade de cursos por estados brasileiros. Há uma concentração dos cursos nas regiões Sul e Sudeste do país e no Norte há uma baixa quantidade de cursos da área em questão.

Com relação ao estado do Pará, há apenas 47 cursos de Engenharia de Produção, sendo o estado com maior quantidade de cursos dessa área na região Norte do Brasil. Segundo dados do Governo do Estado do Pará (2014), o estado, com suas dimensões continentais, é o segundo maior estado do Brasil em superfície. Segundo o IBGE, é o nono mais populoso do Brasil e o de maior população da região norte. Sua população estimada chega a 8.073.924 de habitantes, ou seja, 4% do total do País, dividida em 144 municípios.

A economia paraense se baseia no extrativismo mineral (ferro, bauxita, manganês, calcário, ouro, estanho), vegetal (madeira), na agricultura, pecuária, indústria e no turismo. Maior economia da região Norte, o estado detém ainda um patrimônio ambiental de valor inestimável, representado pela biodiversidade da Floresta Amazônica e pela imensidão de suas bacias hidrográficas.

Segundo Luz (2013), o estado do Pará é dividido em seis mesorregiões. São elas: Baixo Amazonas que tem como principais cidades em destaque Santarém, Óbidos e Almeirim; Marajó que possui como principais cidades em destaque Breves, Portel, Soure e Salvaterra; Nordeste Paraense e as cidades que se destacam são Bragança, Salinópolis, e Tomé-Açu; Metropolitana de Belém e tem como cidades em destaque Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides; Sudeste Paraense com cidades em destaque Conceição do Araguaia, Marabá, Paragominas, Parauapebas, Redenção e Tucuruí e Sudoeste do Pará com destaque para as cidades de Altamira e Itaituba.

O curso de Engenharia de Produção no estado do Pará cresceu, principalmente, por duas razões: pela consolidação de grandes empresas, algumas multinacionais, nas terras do estado e pela preocupação pública e privada de continuar com as atividades econômicas presentes no solo paraense, porém de maneira mais responsável, com mais sustentabilidade e preservação da riqueza ambiental da região.

Um grande desafio para as universidades, faculdades e centros universitários no estado do Pará é a interiorização, ou seja, expandir os cursos para o interior do estado, promovendo desenvolvimento nos locais. A causa é que o estado possui dimensões muito grandes, encontrando barreiras como estrutura, mobilidade,

segurança e desenvolvimento tecnológico, em várias regiões. Outro fator que dificulta a homogeneidade da quantidade de cursos nos estados é a decisão de cunho político, muitos cursos são disponibilizados sem um estudo matemático e técnico-científico prévio. Tal fato impulsiona escolhas, muitas vezes, equivocadas, pois existem melhores oportunidades e abrangência em outras localidades.

Sabe-se que as universidades são indutoras do desenvolvimento econômico e social dos países, atuando para além da formação de capital intelectual e humano, por isso há sempre predisposições e pressões políticas para instalar novos cursos ao longo dos seus municípios. Porém nem sempre é justificável haver a implantação de novo curso, faltam critérios que justifiquem e apoiem essas decisões complexas. Esse contexto faz com que as Instituições Públicas de Ensino tomem decisões sem prévio estudo racional da viabilidade econômica, espacial e humana, muitas vezes disponibilizando altos recursos, mas sem apresentar o desenvolvimento do curso.

A melhor direção para as organizações acadêmicas é desenvolverem seus alunos e incentivarem pesquisas, que contribuam para o conhecimento de todo o estado que atuam e realizem um planejamento de expansão de suas atividades por todo o território de ação. Nesse sentido, a fim de minimizar esses problemas e reduzir os riscos e incertezas as empresas realizam estudos prospectivos e de ferramentas operacionais que auxiliem a tomada de decisão.

Devido à necessidade de se considerar diversos critérios conflitantes que impactam a decisão de abertura de um novo curso para a coordenação da IES estudada foi utilizado um método de Apoio Multicritério à Decisão (AMD).

Diante desses aspectos, destaca-se como objeto de estudo deste trabalho a Pesquisa Operacional (PO), focado na Análise Hierárquica de Processos (AHP), que permitem auxiliar no desenvolvimento de um plano de expansão das atividades de uma Instituição de Ensino Superior (IES).

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método que ajuda as pessoas a escolher e a justificar a sua escolha. Esse método é bastante utilizado e foi desenvolvido, na década de 1970, pelo Professor Thomas Saaty. O fundamento do método de análise hierárquica é por decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (CURTO, 2018).

O AHP cria um modelo hierárquico de critérios e subcritérios que auxiliam a tomada de decisão, pois se sabe que a percepção humana não é capaz de

compreender e interpretar simultaneamente tantas variáveis em um processo e as múltiplas soluções para um problema.

Por estas razões, o presente trabalho irá construir um plano de expansão do curso de graduação em Engenharia de Produção de uma IES pública do estado do Pará, priorizando os critérios de decisão e analisando e ordenando, de forma estratégica, as cidades do estado que são mais adequadas para a ação.

Assim, o problema da pesquisa do trabalho é:

Para quais municípios paraenses se deve expandir, prioritariamente, o curso de graduação em Engenharia de Produção de uma instituição de ensino superior pública?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver estudo, pelo método Análise Hierárquica de Processo (AHP), para identificar os municípios paraenses por onde deve expandir, prioritariamente, o curso de graduação em Engenharia de Produção de uma instituição de ensino superior pública, considerando demanda, infraestrutura e potencial do município, permitindo uma expansão racional e estratégica.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir a hierarquia de critérios que influenciam a tomada de decisão;
- Coletar dados sobre população, potenciais produtivos industriais e comerciais, além de infraestrutura física e educacional existentes nos municípios;
- Desenvolver o modelo de tomada de decisão multicritério AHP para o estudo;
- Resolver o modelo utilizando o software *Expert Choice*;
- Demonstrar a hierarquia dos resultados de acordo com as localidades selecionadas.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Devido ao crescimento das empresas do ramo industrial e comercial, tornou-se importante a criação de novos cursos que suprissem a necessidade do crescimento das indústrias no estado do Pará. Entre esses cursos, um que apresenta papel fundamental é o curso de Bacharelado em Engenharia de Produção. Curso este que forma profissionais versáteis capazes de atuar em diversos ramos da indústria. Somando-se a esse aspecto está o crescimento desigual do estado do Pará, com a formação de diversos polos industriais ao longo de suas mesorregiões. Por conta disso, é fundamental um estudo que analise aspectos como: população, demanda, e potencial produtivo industrial para a implantação de um curso de Engenharia de Produção.

Atualmente, as implantações de cursos são feitas de maneira quase aleatória, e algumas vezes atendendo exclusivamente fatores políticos. Esses tipos de abordagens podem gerar erro na escolha do local de implementação, pois a mesma pode ser aplicada em locais com pouca demanda de estudantes, pouca oportunidade de desenvolvimento industrial ou comercial ou até mesmo em lugares inviáveis economicamente. Situação que ocorreu em duas situações na IES estudada.

Segundo entrevistas com a atual coordenadora do curso, a mesma destacou que o curso de graduação em Engenharia de Produção já havia sido disponibilizado em um quinto município, Igarapé-Açu, porém o curso foi suspenso pelos seguintes motivos: o acesso ao município era deficiente, acesso à informação difícil, o curso obtinha alto custo e sem uma demanda para justificar a permanência do curso. O mesmo ocorreu com o curso do município de Redenção, porém o mesmo reabriu após já possuir infraestrutura adequada, engenheiros de produção formados e maior desenvolvimento da região.

Decidir sob diferentes situações de planejamento, como identificar a aplicação mais adequada de recursos, lançar novos produtos ou identificar o melhor projeto, é um exemplo de problema multicriterial complexo. Situações como essas exigem uma análise crítica das alternativas e dos critérios, possibilitando identificar o grau de alinhamento estratégico dos projetos ou dos produtos com o negócio, o que facilita a assertividade da escolha (Padovani et al., 2010).

Para escolha do método a ser utilizado, têm-se algumas decisões a serem tomadas, já que tais métodos possuem características distintas. Caso os resultados precisem ser disponibilizados de forma hierárquica, o método escolhido deverá ser o

AHP. Todavia, como já descrito, tal método tem duas versões: Clássico e Multiplicativo, no qual o Multiplicativo necessita de resultados mais estruturado e explicativos, e por isso utiliza-se mais de um decisor (Gomes, Araya e Carignano 2011). Assim, o método adotado no estudo foi o AHP Clássico, visto que os resultados necessitam de uma hierarquia e só possuiu um único decisor.

Marins et al. (2009) evidenciam a importância das metodologias de apoio à tomada de decisão, destacando as grandes versatilidade e flexibilidade do AHP. Apesar das críticas atribuídas pela academia quanto à sua aplicação, considera-se que a metodologia representa um diferencial competitivo diante das suas concorrentes, por estimular a interação entre várias pessoas envolvidas na estratégia em questão, de diversas áreas, tornando o modelo muito mais sólido e completo.

A grande vantagem do método AHP é permitir que o usuário atribua pesos relativos para múltiplos critérios, ou múltiplas alternativas para um dado critério, de forma intuitiva, ao mesmo tempo em que realiza uma comparação par a par entre os mesmos. Isso permite que, mesmo quando duas variáveis são incomparáveis, com os conhecimentos e a experiência das pessoas, pode-se reconhecer qual dos critérios é mais importante (SAATY, 1991).

Estudos como o que esse trabalho se propõe a estudar não foram realizados na IES, portanto ele se faz de extrema importância, pois encontrará de forma técnica, e não mais empírica, onde seriam as localizações ótimas para a implementação de um curso de Engenharia de Produção. Assim, caso a instituição almeje a expansão do curso terá embasamento técnico para escolher dentre as localizações ótimas encontradas.

#### 1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

A primeira limitação estabelecida tem relação com o tipo de pesquisa adotado, estudo de caso, ou seja, os resultados, metodologia e conclusão deste trabalho não podem ser praticados em outras instituições de ensino, pois representam configurações específicas do estado do Pará e demonstram aspectos pertinentes a Universidade estudada.

Outra limitação encontrada está na disponibilidade de informações em plataformas públicas, onde certos dados necessários não podem ser acessados *on line*.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro, denominado de Introdução, apresenta os aspectos introdutórios da pesquisa, como: o problema que o trabalho apresenta e os objetivos que buscam respondê-lo, assim como a justificativa e delimitações encontradas no desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo engloba a revisão da literatura pertinente aos assuntos envolvidos neste trabalho, mostrados a seguir: ensino superior no Brasil e o curso de engenharia de produção, logística, arranjo físico, estudo de localização, análise multicritério e AHP. A seção não procurou esgotar todos os pormenores sobre os tópicos citados, mas sim mostrar os principais autores e aspectos mais relevantes.

O capítulo 3 apresenta a metodologia adotada neste trabalho, caracterizando o tipo de pesquisa, o delineamento, as etapas de execução do projeto, os procedimentos de coleta de dados e a organização e análise de dados.

O capítulo 4 detalha o estudo de caso, apresentando todas as etapas utilizadas para a realização do trabalho, mostrando os critérios e subcritérios utilizados para decidir uma nova localização da IES estudada, as possíveis cidades e todo o processo da AHP, com as matrizes de comparação.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho, buscando responder o problema inicial da pesquisa a partir dos resultados do apresentados no estudo de caso e mostrar como os objetivos foram cumpridos.

Por último, mostram as referências bibliográficas que auxiliaram no planejamento do projeto e os apêndices desenvolvidos pela autora para possibilitar pleno entendimento do trabalho em questão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estado do Pará é o segundo maior estado do Brasil com uma extensão de terra de 1.247.955,381km<sup>2</sup> (IBGE, 2015) e uma estimativa populacional de 8.366.628 (IBGE, 2017) sendo este o estado mais populoso da região norte. Ele é dividido em 144 municípios e sua população tem a renda per capita de 708 reais.

Economicamente, o Pará tem como principais fontes o extrativismo mineral (ferro, bauxita, manganês, calcário, ouro e estanho) e vegetal. No sudeste do estado, principalmente em Parauapebas, é onde há o maior índice de extrativismo mineral, e no sudeste e a agricultura é mais intensa no Nordeste (GOVERNO DO PARÁ, 2010).

Todos os setores acima citados exigem profissionais capacitados para gerir e controlar processos, para um melhor aproveitamento e desenvolvimento das atividades. Um dos profissionais que é habilitado para desempenhar tais funções é o Engenheiro de produção, por ser um profissional versátil e multidisciplinar que trabalhar para aumentar ou manter a qualidade de um produto ou serviço, visando sempre baixos custos e diminuição de desperdícios.

Assim, foi feita uma pesquisa em quatro tópicos principais. O primeiro diz respeito ao ensino superior no Brasil e o curso de Engenharia de produção; o segundo trata do curso de Engenharia de produção e suas áreas de atuação; o terceiro discorre sobre logística, arranjo físico e estudo de localização de instalações e o quarto e último, trata da Análise Multicritério, auxílio para tomada de decisão, Análise Hierárquica de Processo (AHP) e o *Software Expert Choice*.

### 2.1 ENSINO SUPERIOR NO BRASIL E O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o Sistema Educacional do Brasil tem passado por mudanças que gerou reflexões em relação ao ensino. Há questionamentos quanto à eficácia da educação brasileira, pois a mesma apresenta um histórico de inovações ao mesmo tempo em que expande os problemas, seja na aprendizagem, seja no convívio entre os estudantes na escola (BRITO; GUEDES; SANTANA, 2016).

Segundo Costa e Cochia (2014), educar é preparar pessoas, desde muito cedo, para uma profissão. Além disso, as Instituições, tanto públicas quanto privadas, almejam inserir o aluno na prática científica e civiliza-lo, formando assim sua consciência político social para que assim exerçam sua cidadania. Apesar de toda instituição educacional visar os conceitos apresentados acima, as instituições de ensino superior tem um foco maior no ensino de uma profissão, portanto é importante para uma sociedade ter uma educação superior de qualidade, pois hoje o mundo tem dado cada vez mais valor ao capital intelectual.

Segundo o censo do INEP (2013), existem 2,391 IES no Brasil que oferecem 32,049 cursos Superiores, sendo eles Bacharelados, Licenciaturas e Tecnológicos. Dentre as instituições Brasileiras apenas 34 se encontram no estado do Pará e oferecem 759 cursos. Dentre os muitos cursos oferecidos, foi escolhido tratar do curso de Engenharia de Produção por entender que ele seja de grande utilidade para a o desenvolvimento da indústria, mineração e agricultura no estado do Pará.

Segundo o site da Associação Brasileira de Engenharia de Produção, com fonte no sistema e-MEC (2016), existem pouco mais de 800 cursos de Engenharia de Produção no Brasil, sendo 25 deles oferecidos no estado do Pará com o total de 51760 vagas autorizadas tanto presenciais quanto à distância. Dos 25 cursos oferecidos, apenas 5 cursos, oferecidos por universidades públicas, são totalmente gratuitos com 250 vagas autorizadas.

Apesar do grande número de vagas oferecidas para o curso de Engenharia de Produção, a maior parte dessas vagas é de universidades particulares, o que desfavorece alunos que não podem pagar pelo ensino. O acesso às vagas no curso de Engenharia de Produção, assim como em outros cursos, aumentou devido aos programas do governo que oferecem bolsas integrais e parciais, como o FIES e ProUni. Entretanto, ainda não atende a demanda atual pelo curso.

## 2.2 A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A engenharia de produção busca a criar processos e sistemas para a melhora da qualidade e produtividade (IISE – *Institute of Industrial and Systems Engineering*, 2018). Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), a

Engenharia de Produção busca projetar e viabilizar produtos e sistemas produtivos, além de planejar a produção e distribuição de produtos e serviços.

A Engenharia de Produção, segundo a ABEPRO, está dividida em 10 grandes áreas, como descrita no Anexo A, ao final do trabalho.

### 2.3 LOGÍSTICA

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP* (2015), a logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas, desde o ponto origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

A antiga visão da logística concentrava-se no transporte e na distribuição física. Atualmente, envolve os métodos e modelos que permitem localizar estruturas físicas (fábricas, depósitos, armazéns, centros de distribuição), gestão dos materiais e dos suprimentos e o planejamento, a programação e o controle da produção, além das atividades de distribuição (MARTINS; LAUGENI, 2015).

O planejamento logístico busca sempre responder três questões principais: “O que?”, “Quando” e “Como” para os níveis estratégicos, táticos e operacionais. Esses três níveis diferenciam-se principalmente quanto a abrangência temporal que cada um deles têm. O nível estratégico considera fatores e possibilidades à longo prazo para a tomada de decisões, geralmente mais de um ano. Já o nível tático tem um horizonte temporal menor, mais ou menos inferior a um ano. Por fim, o operacional tem a menor abrangência e é o nível de curto prazo, nele as decisões são tomadas diariamente ou até em menos que um dia (BALLOU, 2008).

O projeto de decisão de uma rede de instalações busca determinar a quantidade e localizações de instalações de todos os tipos a serem instaladas, para o melhor desempenho da atividade logística (BOWERSOX et al, 2014). Uma etapa chave no processo decisório para a seleção de uma localidade é a avaliação das alternativas potenciais disponíveis para a instalação fabril, combinadas com os fatores mais significativos e seus atributos qualitativos e/ou quantitativos (ALVES; ALVES, 2013).

As instalações são locais na rede de suprimento onde os estoques são armazenados, montados ou fabricados, usualmente, em dois tipos de instalações

principais: os locais de produção e os locais de armazenamento (CHOPRA & MEINDL, 2016).

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2014), a chave para alcançar a liderança logística é conhecer a fundo a arte de combinar a competência operacional e o compromisso com o atendimento às expectativas e solicitações fundamentais dos clientes. Esse compromisso com o cliente, em uma estrutura de custos exata, é a proposição de valor logístico. Constitui um compromisso exclusivo de uma empresa com um indivíduo ou grupos de clientes selecionados.

### **2.3.1 Arranjo físico**

O planejamento e gestão do arranjo físico são significativos instrumentos utilizados na adequação das operações à estratégia competitiva das organizações, tal que haja minimização de atividades que não agregam movimentação de pessoas (SOUZA ET AL, 2015).

Assim, arranjo físico para Slack *et al* (2015), é a atenção dada à localização física dos recursos de transformação, envolvendo, de forma simples, decisões do posicionamento de instalações, máquinas, equipamentos e recursos humanos da produção. Ou seja, uma organização racional e estudada dos recursos de uma organização para o desenvolvimento de uma tarefa, em busca de atender uma determinada demanda.

Na elaboração do layout, algumas considerações práticas devem ser feitas inicialmente; por exemplo, planejar o todo e depois as partes, planejar o ideal e depois o prático. Assim, após a determinação do local que será estruturado, inicia-se o layout com uma visão global, a ser detalhada posteriormente (MARTINS; LAUGENI, 2015).

Para Slack, Jones; Johnston (2013), são quatro os arranjos físicos possíveis: o funcional, o por produto, o posicional e o do tipo celular. O arranjo físico funcional é assim denominado pelos autores porque está de acordo com as necessidades e a conveniência das funções desempenhadas pelos recursos transformadores que constituem o projeto, já o arranjo físico por produto dependerá do tipo de processo característico a ser utilizado, em vista a organizar seu fluxo de atividades para a concepção de um item específico. O arranjo físico posicional, por sua vez, estabelece uma relação diferente, pois equipamentos, materiais, pessoas e todos os

agentes transformadores se movem em direção ao que sofre o processamento, recebendo também, o nome de arranjo físico por posição fixa. O arranjo físico do tipo celular é aquele no qual os recursos transformados são pré-selecionados para movimentar-se a uma parte específica da operação (célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender suas necessidades imediatas de processamento estão localizados. Concluída a primeira etapa, os recursos processados na célula anterior passam para a célula posterior.

### **2.3.2 Estudo de localização**

A necessidade de definição de uma localidade ou nova localidade para instalação de um empreendimento pode ser decorrente de vários motivos, como, por exemplo: (i) criação de uma nova empresa, tratando-se de um novo negócio, por um empreendedor; (ii) ampliação da área de atuação de uma empresa já existente com uma nova instalação, quando não é possível expandir as instalações atuais; (iii) mudança do local de instalação atual, com o fechamento da instalação existente e reabertura em um outro local, por razões diversas, entre elas o esgotamento de recursos básicos, busca de uma proximidade maior com seus clientes e fornecedores, incentivos fiscais oferecidos em outra praça, redução de custos operacionais etc (SLACK *et al.*, 2009).

Para Laugeni; Martins (2015), um requisito para fins de comparação entre alternativas somente deve ser considerado como fator importante no processo de decisão para a localização de um empreendimento, se: 1) Dependem da localização, ou seja, o fator somente deve ser considerado se for relevante para a empresa e não existir nas demais alternativas comparadas; 2) Ser importante para os objetivos da empresa, como os fatores de pessoal, e entre eles a disponibilidade de mão de obra compatível com as necessidades da empresa. De mesma importância são a localização dos mercados consumidores e fornecedores de insumos, qualidade da rede de transportes e as facilidades oferecidas, como isenção de impostos e a oferta de serviços específicos existente no local, como água tratada, energia elétrica, estação coletiva para tratamento de esgotos industriais, linhas digitais de telecomunicação, escolas técnicas especializadas, hospitais e o comportamento sindical. Outros fatores que devem ser considerados são: a qualidade de vida, aspectos culturais da região, clima, proximidade de empresas da mesma indústria,

custo do terreno e da construção, os regulamentos ambientais e o comportamento da comunidade.

A decisão sobre a localização deve considerar, sempre que aplicável, as múltiplas instalações da empresa, múltiplos produtos, as múltiplas fontes de insumos, os múltiplos clientes, além de aspectos econômicos, sociais e políticos, estabelecendo uma equação de alta complexidade e importância. A localização ideal é aquela que gera maiores benefícios à empresa, como a redução dos custos envolvidos na operação e negócio e a maximização do nível de serviços oferecidos a seus clientes (ALVES; ALVES, 2015).

Estudos de localização de escolas são conduzidos regularmente em vários países, tanto em áreas rurais como urbanas, por razões diversas. Para países que enfrentam forte redução nas taxas de nascimento, o problema consiste em escolher as escolas a serem fechadas. Outros países enfrentam o problema oposto de altas taxas de natalidade associadas à mobilidade da população, o que exige uma reavaliação periódica da rede escolar. Em sociedades em desenvolvimento, o esforço pela modernização exige igualmente a expansão do sistema educacional para setores da sociedade antes ignorados, como costuma ser o caso das populações rurais ou de populações recentemente absorvidas pela urbe (PIZZOLATO ET AL, 2004).

## 2.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Há uma grande preocupação em todo o mundo dos negócios, nos últimos anos, sobre a questão de analítica e a importância de se incorporar as análises em decisões gerenciais das empresas. Analítica é o processo científico de transformação de um dado em informações para tomar melhores decisões (HILLIER, 2015).

Com intuito de atender à demanda por uma ferramenta capaz de dar suporte à decisão, com possibilidade de análise comparativa de fatores ou atributos, de múltiplos cenários, foi criado na década de 1960, o método Análise Multicritério, a qual é utilizada em análises comparativas de projetos alternativos ou múltiplos objetivos (MEDEIROS, 2016).

Para Franco *et al* (2013), as informações obtidas para levantamento de dados e posterior avaliação geram um elevado número de variáveis ou atributos que

durante o processo necessitam de critérios para a sua avaliação e que para tal, atribui-se pesos e valores às mesmas- para que assim se crie uma hierarquia e venha a se priorizar as que detiverem maior peso e significância para facilitar a tomada de decisão.

A Análise Multicritério (AMC) é um instrumento matemático que auxilia na comparação de diferentes possibilidades (ou cenários), fundamentadas em muitos critérios, com a finalidade de conduzir os tomadores de decisão para uma escolha mais sensata. Os métodos multicritério conjugam aspectos objetivos (quantitativos) com subjetivos (qualitativos), permitindo estruturar as dificuldades com um amplo número de predicados (critérios de avaliação) que são estruturados para apoiar a tomada de decisão (PADILHA; TREVISAN; CRUZ, 2014).

A principal finalidade do apoio à decisão multicritério é contribuir para a melhor saída que atenda inteiramente a todos os critérios. A principal regra é que, não há uma solução excelente, pois, os critérios são conflituosos, mas sim, uma melhor alternativa, que adequa as precisões do agente de decisão (o decisor) e seja coerente com as suas preferências (DIAS, 2015).

A definição de critérios é um desafio que aumenta na mesma proporção que aumenta a complexidade e a diversidade das tarefas a serem avaliadas, é por esse motivo que a implementação de um sistema de medição de desempenho adequado é uma decisão de multicritério (FLORÉZ, et al, 2017).

#### **2.4.1 Análise multicritério aplicada às decisões**

De acordo com Mousavi-Nasab; Sotoudeh-Anvai (2017), a MCDM é uma disciplina que permite a consideração de atributos diferentes e conflitantes para priorizar ou escolher várias alternativas de tomada de decisão, sendo aplicados em situações nas quais há subjetividade de julgamento. Mardani *et al* (2015), apresentam os elementos de um modelo MCDM:

- Critérios (conhecidos como atributos ou fatores de decisão);
- Alternativas (conhecidas como opções ou escolhas);
- Peso do atributo (conhecido como significado comparativo do critério);
- Classificação de desempenho das opções em relação aos critérios.

De acordo com Yazdani *et al* (2017), Oliveira; Salomon (2017), Saaty; Ergu (2015) numerosos métodos de decisão multicritério têm sido propostos nas últimas

décadas considerando informações sobre a medição de prioridades dos critérios tangíveis ou intangíveis conflitantes e também com objetivo de permitir a avaliação das melhores alternativas para uma decisão.

Na análise de determinados problemas complexos, comumente são necessários alguns critérios ou atributos que viabilizem uma decisão mais adequada. Neste processo de tomada de decisão, delimita-se o problema a ser solucionado e os atributos a serem considerados, para depois inserir os quantificadores que analisam a viabilidade das alternativas, permitindo a estruturação das preferências dos tomadores de decisão para a solução de problemas semiestruturados (DROBNE e LISEC, 2009).

Nesta ótica, a utilização de métodos multicritérios para tomada de decisão surge como uma importante ferramenta para os gestores, minimizando os custos sociais no caso de órgãos públicos, ou maximizando o lucro, para o setor privado, diminuindo os riscos decorrentes de uma escolha errada na definição de localização (BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A., 2015).

#### **2.4.2 O método AHP como instrumento de tomada de decisão multicritério**

Para Vargas (2010) o método Analytic Hierarchy Process (AHP), é dos principais modelos matemáticos de apoio à decisão disponível no mercado. Tal método foi estruturado para tomada de decisão em ambientes complexos em que os critérios são considerados para priorização e seleção de alternativas, ou seja, têm-se uma lógica hierárquica no resultado final.

Segundo Gonçalves (2013), ao longo dos anos, pesquisadores vêm desenvolvendo técnicas que aumentam a probabilidade de êxito ao avaliar as alternativas e a escolha da melhor opção. Técnicas como análise de regressão, modelagem de processos, AHP (Análise Hierárquica de Processos) entre outras. A AHP fornece um procedimento compreensivo e racional para modelar um problema de decisão, representando e quantificando as variáveis envolvidas em uma hierarquia de critérios ponderados por preferências (pesos). O resultado é um modelo que permite analisar várias alternativas e as comparar rapidamente, por isso conhecido como um método de decisão e para justificar a decisão.

O Processo Hierárquico Analítico (AHP) foi elaborado pelo matemático Thomas Saaty para o auxílio em solucionar problemas práticos em tomadas de

decisão multi-criteriais. Ele atua em três estágios para escolha entre alternativas: decomposição, decisão comparativa e síntese de prioridades (MENIN, F. A., 2013).

Segundo Taha (2016), AHP é designado para situações em que ideias, sentimentos e emoções afetam o processo de decisão e são quantificados para gerar uma escala numérica de priorização das alternativas.

Para Rocha e Schuler (2016), o processo analítico hierárquico (AHP), é uma metodologia de suporte a decisão multicritérios, baseada na comparação pareada das variáveis e seus atributos em função de escalas prioritárias, tendo como característica a capacidade de mensurar a consistência dos julgamentos.

O método AHP, conforme apresentado por Sousa et al. (2017), consiste em três operações principais, incluindo a construção de hierarquia, análise de prioridade e verificação de consistência, apesar de ser uma estrutura considerada normativa, ainda carrega um nível de subjetividade. Já Saaty (2008) argumenta que, mesmo a escala de preferências sendo considerada objetiva, o julgamento e as preferências por parte do decisor terão sempre um caráter subjetivo, já que essas possuem pesos proporcionais ao grau de importância dado a elas pelo tomador de decisão. Assim, os pesos serão atribuídos aos diferentes critérios e alternativas que caracterizam uma decisão, possibilitando escolher a melhor opção de alternativa ao problema. A AHP considera uma série de alternativas a serem escolhidas considerando um objetivo principal ligado a vários critérios e subcritérios (Mu e Pereyra-Rojas, 2017).

Segundo Saaty (2013), há algumas vantagens da utilização do AHP, sendo as duas principais explicadas, como sendo:

1. Uma maneira prática de lidar quantitativamente com diferentes tipos de relações funcionais em uma rede complexa;
2. Uma ferramenta eficaz para a integração projetada e desejada, um planejamento de forma interativa que reflete as decisões de todas as pessoas relevantes de gestão.

A Análise Hierárquica de Processo é composta basicamente de cinco etapas:

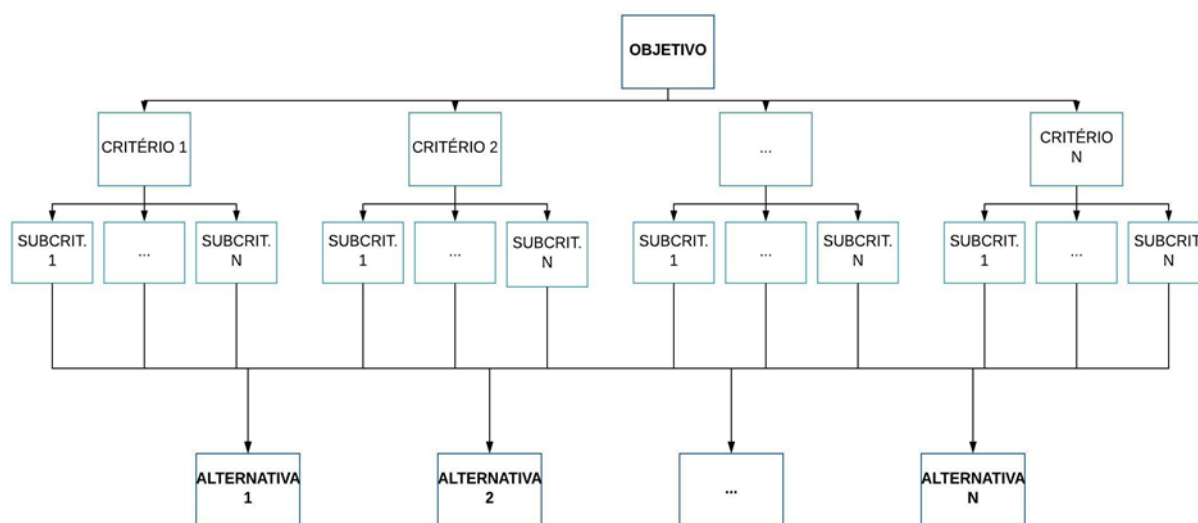
1ª Etapa: Definir o problema, gerar alternativas e estabelecer critérios: o problema de tomada de decisão deve partir da definição clara do problema, propondo as alternativas, identificando os critérios, os objetivos e todos os pontos de conflito (SRISAWAT; PAYAKPATE, 2016).

2ª Etapa: Estruturação do Problema em Hierarquias: O problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos, de modo que possibilite uma melhor avaliação e

compreensão. Uma hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total que também facilita o processo de raciocínio humano. Esse arranjo possibilita uma visualização gráfica do problema e orienta os especialistas sobre as comparações par a par, ou paritárias, que devem ser feitas para que se obtenham as prioridades de um sub atributo em relação a outro (ALVES; ALVES, 2015).

Geralmente, mais de um critério é necessário para chegar a uma decisão, o que torna essa tarefa muito complexa. Vários métodos têm sido desenvolvidos para solucionar os problemas de multicritérios, algo comum para a maioria deles é a ideia de que a melhoria da tomada de decisão pode ser feita pela decomposição da avaliação das alternativas em avaliações de uma quantidade de critérios relevantes (TRAMARICO; MIZUNO; SALOMON; MARINS, 2015). A figura 1 ilustra um processo hierárquico genérico.

**Figura 1-** Diagrama Hierárquico Genérico



Fonte: Autora (2018)

3ª Etapa: Atribuição de pesos para os critérios: o ponto crucial da AHP é a determinação dos pesos relativos a cada critério para colocar em ordem as alternativas de decisão (TAHA, 2016). A importância de cada critério é comparada em pares através de matrizes de comparação  $A_{ij}$ , sendo  $i$  igual a  $j$ , tal que cada elemento na matriz é um valor de comparação entre os critérios de acordo com uma escala. Assim, é possível perceber a importância relativa de cada critério em

comparação ao outro para que enfim seja calculado o peso de importância de cada critério (WINSTON, 2004).

A escala absoluta de Saaty (1987) é a mais comumente usada para o processo. Essa escala contém valores de 1 (igual importância) a 9 (extrema importância) que indicam a intensidade de importância de um item em comparação ao outro. Cada valor usado na escala está descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala Absoluta de Saaty

<b>Valores</b>	<b>Interpretação</b>
<b>1</b>	Os critérios i e j têm a mesma importância
<b>3</b>	O critério i é ligeiramente mais importante que j
<b>5</b>	O critério i é fortemente mais importante que j
<b>7</b>	O critério i é muito fortemente ou comprovadamente mais importante que j
<b>9</b>	O critério i é absolutamente mais importante que j
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermediários que estão entre uma definição e outra

Fonte: Winston (2012)

4ª Etapa: Cálculo de consistência: a consistência implica em julgamentos coerentes, feitos por parte do tomador de decisão, em relação as comparações pareada (TAHA, 2016). Para cada matriz de comparação construída pode haver inconsistências, por exemplo, suponha-se que ao comparar o critério (1) com um critério (4) entenda-se que o critério 4 é mais importante que o critério 1, da mesma forma quando comparados os critérios 1 e 2 observa-se que 1 é mais importante, entretanto o tomador de decisão definiu o critério 4 como menos importante que o critério 2, o que pela lógica seria impossível, pois 4 também deveria ser mais importante que dois. Essas incoerências acontecem naturalmente e dependendo do nível de inconsistência (caso seja um alto nível) a análise deve ser refeita (WINSTON, 2004).

Para Saaty (2008) o índice de consistência pode ser calculado pela seguinte equação:

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

Sendo  $n$  o número de critérios utilizados e  $\lambda$  o autovalor máximo obtido através de uma relação entre a matriz de comparação ( $A$ ) e o vetor de prioridades relativas ( $w$ ) como mostrado na equação a seguir:

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

De acordo com Saaty (2008) a relação de consistência ( $CR$ ) é calculada através da razão entre o Índice de Consistência ( $CI$ ) e o índice de consistência Randômica ( $RI$ ).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

A tabela abaixo mostra os valores do Índice de Consistência Rândomica ( $RI$ ), o que varia de acordo com a ordem da matriz de comparação.

Tabela 2 – Índices de consistência randômica

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,59

Fonte: Saaty (2008)

5ª Etapa: Classificação de alternativas: as alternativas são classificadas de acordo com a prioridade, então, assim, a melhor alternativa é a solução do problema (SRISAWAT; PAYAKPATE, 2016).

### 2.4.3 Software expert choice

Segundo Alanbay (2005), depois de fazer julgamentos sobre a importância relativa de cada critério, sub-critério e alternativas, o software Expert Choice é utilizado para fazer testes das alternativas nos gráficos de sensibilidade. Há cinco modelos diferentes de gráficos no Expert Choice e cada um deles fornece uma visão diferente para a análise de sensibilidade. Em qualquer um desses cinco modelos, o usuário pode manipular facilmente as prioridades dos critérios e visualizar imediatamente o impacto dessa mudança sobre o resultado.

A AHP e o *software Expert Choice* empenham o tomador de decisão em estruturar o processo decisório em partes menores. Começando por definir uma meta a ser alcançar, seguida dos critérios para os subcritérios e, por fim, as alternativas. Os tomadores de decisão, então, fazem um simples julgamento

comparando par a par ao longo da hierarquia até chegar nas prioridades totais para as alternativas (YUNUS et al., 2013). Thomaz e Gomes (2006), ainda enfatizam que esse software tornou-se mais difundido como programa de apoio à decisão para resolução de problemas complexos por não necessitar do uso de grandes tecnologias.

O *Expert Choice* contribuiu amplamente para o sucesso do método AHP, pois além de ser um programa de simples uso, incorpora interface gráficas intuitivas e calcula de forma automática as prioridades relativas e inconsistências. Ademais, o *Expert Choice* permite a realização de diferentes análises de sensibilidade, onde os dados de entrada são modificados com o objetivo de observar o impacto nos resultados, além disso, a análise de sensibilidade tem recebido pouca atenção da literatura acadêmica, apesar de ser um processo fundamental na decisão com AHP (ISHIZAKA; LABIB, 2009).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA

O presente estudo busca entender de maneira ampla a instalação de cursos de Engenharia de Produção de uma IES pública no estado do Pará, onde nunca se realizou nenhum estudo prévio de implantação do novo curso. Portanto, baseando nos objetivos estabelecidos, a pesquisa elaborada tem o caráter exploratório, pois se estrutura baseada em hipóteses, gerando uma familiarização com o problema como um todo (GIL, 2017). Além disso, pessoas com prática nos temas envolvidos foram entrevistadas para auxiliar na pesquisa, sendo um dos fatores importantes da pesquisa exploratória.

Desta maneira, do ponto de vista dos procedimentos técnicos assume forma de estudo de caso, pois será aplicado a uma IES específica. A construção da pesquisa envolve levantamento bibliográfico, e coleta de dados por meio de entrevistas e questionários, com o objetivo de atender relações existentes entre os componentes do problema no local do estudo.

Segundo a natureza dos dados, o estudo de caso utiliza métodos quantitativos e qualitativos, pelo uso da Análise Hierárquica de Processos (AHP), por isso pode ser associado aos dois tipos de pesquisas. Na opção por uma pesquisa qualitativa, pode-se recorrer, no entanto, a dados quantitativos para melhor análise do tema em estudo e vice-versa, considerando que esses dois tipos de abordagem não são excludentes.

Segundo a finalidade do estudo, é uma pesquisa aplicada. Segundo Gil (2017), a pesquisa aplicada é voltada a aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica.

#### 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em uma Universidade Pública do Estado do Pará, tendo como objetivo a definição do potencial de municípios do estado para instalação de novas unidades do curso de Engenharia de Produção. A pesquisa foi dividida em 7 etapas: definição dos critérios e subcritérios para tomada de decisão,

estudo dos pesos de cada critério e subcritério, definição das possíveis escolhas, obtenção dos dados das cidades, aplicação da metodologia AHP, utilização do *Software Expert Choice* e análise e discussão dos resultados. O detalhamento de cada etapa está especificado na sessão abaixo.

### 3.3 ETAPAS DO TRABALHO

Com a finalidade de alcançar os objetivos estabelecidos na pesquisa, o trabalho foi realizado em etapas para adquirir uma didática em explicar os passos e procedimentos realizados.

A primeira etapa foi conversar com a atual coordenadora do curso de Engenharia de Produção da IES estudada. Por meio de entrevistas foi identificado os possíveis critérios que impactam a tomada de decisão de abertura de um novo curso. Depois de estabelecidos os fatores prioritários, uma segunda entrevista foi feita para identificar como calcular a importância de cada cidade, então se estabeleceu os subcritérios que pudessem ser obtidos dados para cada município paraense. Assim, foi realizada a estruturação hierárquica do trabalho, foram definidos quatro critérios subdivididos em dois subcritérios quantitativos cada um, com o objetivo de avaliar as cidades.

Como segunda etapa, foi feita entrevistas com três professores, dois são ex-coordenadores do curso em estudo e atuam como docentes na capital e nos interiores, outro é ex-coordenador de um Campus da Universidade no interior, atual Reitor e docente do curso em estudo, para que fossem percebidos e quantificados a importância de cada critério e subcritério em relação um ao outro. Por meio de questionários, contidos no Apêndice A, os professores definiram o critério e subcritério mais importante, levando em consideração o objetivo de hierarquizar as cidades em ordem de prioridade para implantar o curso de Engenharia de produção.

A terceira etapa foi definir quais as alternativas de cidades para a expansão do curso de Engenharia de Produção a serem avaliadas, para isso foi necessário filtrar as opções. O primeiro processo foi fazer uma média das empresas (indústria, comércio e serviço) existentes em cada cidade e excluir as cidades que possuíam menos empresas que a média. Os dados referentes a quantidade de indústria, comércio e serviço utilizados estão no Anexo B. O segundo processo utilizado foi calcular a distancia das cidades e perceber quais estavam contemplando o mesmo

nicho populacional e em quais possuíam núcleos produtivos, como mineração. Assim, as cinco cidades utilizadas nesse trabalho foram determinadas.

O próximo passo consistiu-se em obter os dados dos subcritérios para cada cidade determinada como alternativa para implantar um novo curso de Engenharia de Produção. Por meio de pesquisas em fontes digitais e em órgãos públicos do estado do Pará foi possível adquirir as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

Após a obtenção dos dados de cada alternativa, utilizou-se o AHP como método de avaliação dos critérios, subcritérios e cidades possíveis para a implantação do curso de engenharia de produção. Assim, o método foi realizado três vezes, uma para cada nível hierárquico da árvore de decisão. Os dados de julgamento dos professores, obtidos na etapa dois deste trabalho, foram organizados em matrizes com todos os critérios e subcritérios possíveis. Então, foi feita uma média dos pesos dos critérios de cada professor para obter uma única matriz de critério e em seguida o mesmo processo foi feito para cada subcritério. Nesta etapa todos os cálculos necessários foram executados, assim como, verificação da consistência dos dados obtidos dos professores.

A figura 2 mostra a matriz peso dos critérios obtida segundo o primeiro professor, o mesmo processo foi feito para os subcritérios.

**Figura 2 - Matriz Peso e Matriz Normalizada do Professor 1**

**Pesos**

	<b>Infra Educacional</b>	<b>Infra física</b>	<b>Nº Habitantes</b>	<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>
<b>Infra Educacional</b>	1	1/2	3	1/3
<b>Infra física</b>	2	1	3	1/2
<b>Nº Habitantes</b>	1/3	1/3	1	1/5
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	3	2	5	1
<b>Total</b>	6,3333	3,8333	12,0000	2,0333

**Normalizada**

	<b>Infra Educacional</b>	<b>Infra física</b>	<b>Nº Habitantes</b>	<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>
<b>Infra Educacional</b>	0,15789	0,13043	0,25000	0,16393
<b>Infra física</b>	0,31579	0,26087	0,25000	0,24590
<b>Nº Habitantes</b>	0,05263	0,08696	0,08333	0,09836
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	0,47368	0,52174	0,41667	0,49180

Fonte: Autora (2018)

A figura 3 mostra o peso dos critérios segundo o primeiro professor.

**Figura 3-** Peso dos critérios para o professor 1

	<b>W</b>
<b>Infra Educacional</b>	0,17557
<b>Infra física</b>	0,26814
<b>Nº Habitantes</b>	0,08032
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	0,47597

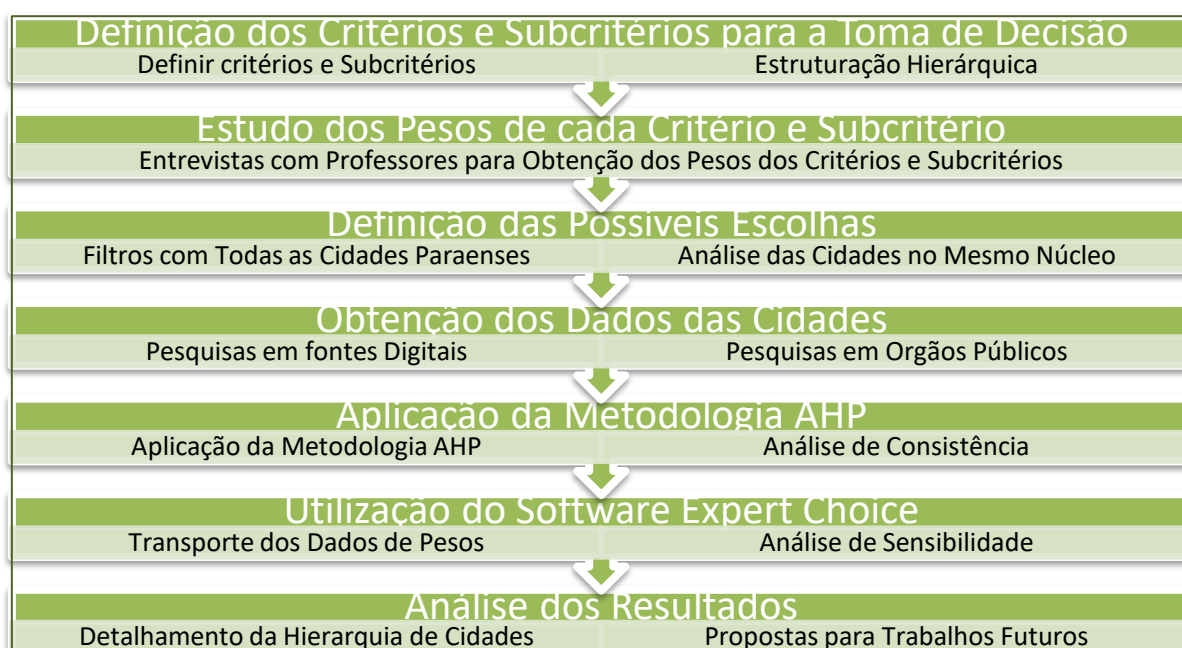
Fonte: Autora (2018)

A seguir, as cinco alternativas foram avaliadas com relação a cada subcritério definido anteriormente, ou seja, a partir do resultado relacionado a cada subcritério, foi possível identificar o peso de importância de uma cidade em relação a outra.

A sexta etapa, foi transportar os dados de pesos para o *Software Expert Choice*, com o objetivo de solucionar e modelar o problema multicritério deste trabalho. Neste Software também foi realizada a análise de sensibilidade apresentada no estudo de caso.

Por fim, a ultima etapa foi a análise e discussão dos resultados obtidos, assim como se apresentou as limitações do trabalho realizado e possíveis propostas para estudos futuros. O gráfico 1 a seguir apresenta os passos que nortearam a realização desse trabalho:

**Gráfico 1-** Etapas para a realização do trabalho



Fonte: Autora (2018)

## 4 ESTUDO DE CASO

O capítulo em questão tem o objetivo de detalhar as características do estudo de caso desenvolvido no trabalho, apresentando a instituição onde foi realizado, quais critérios e subcritérios influenciam a decisão de implantação de um curso de engenharia de produção e as opções de cidades para realizar em implementação. Para isso, uma estrutura hierárquica da tomada de decisão foi realizada e o método proposto no capítulo anterior foi realizado.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

O local de realização deste trabalho foi uma Instituição de Ensino Superior (IES) Pública do estado do Pará. Fundada em 1993, a Instituição tem representatividade em dez das doze regiões de integração do estado que atua. Possui cinco campi na capital, nas áreas de biológicas, exatas e humanas. A missão da instituição engloba elementos que difundem conhecimentos para formar pessoas éticas e responsáveis, sempre voltando suas ações para desenvolver o estado juntamente com a sociedade.

Quanto ao interior do estado do Pará, a Instituição atua nos municípios de Paragominas, Conceição do Araguaia, Marabá, Altamira, Igarapé-Açu, São Miguel do Guamá, Santarém, Tucuruí, Moju, Redenção, Barcarena, Vigia, Cametá, Salvaterra e Castanhal. Conta com 31 cursos de graduação, ofertados para 17 mil alunos e 1.268 docentes, segundo site da Instituição.

O curso de graduação em Engenharia de Produção, com duração de cinco anos, já é disponibilizado em quatro municípios paraenses, sendo eles: Belém, Marabá, Redenção e Castanhal.

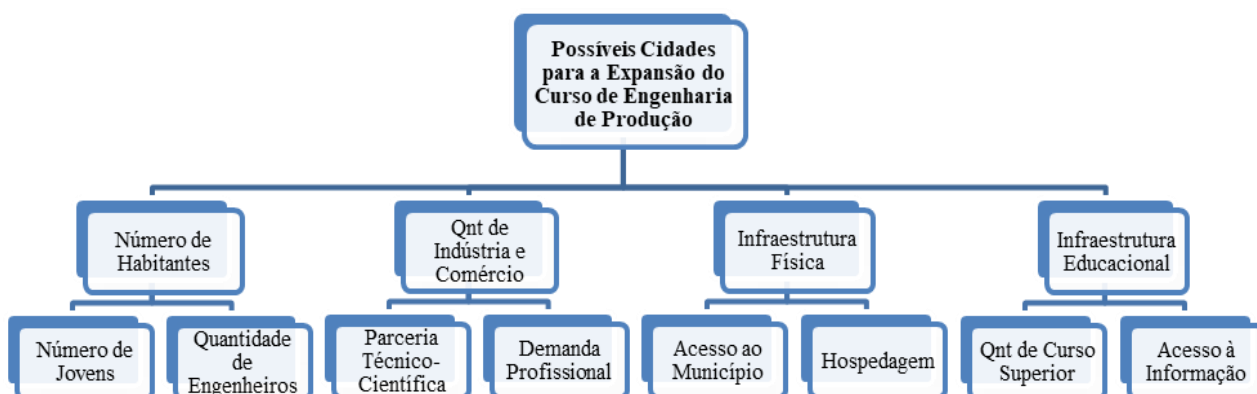
### 4.2 MODELO PARA DEFINIR A LOCALIZAÇÃO DO CURSO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Desde o início do curso de Engenharia de Produção da IES estudada, um dos objetivos era expandir o curso para regiões estratégicas do estado do Pará, a fim de impulsionar seu crescimento, atender a demanda de Engenheiros nas sub-regiões do estado e o anseio de jovens estudantes por formação superior. Na IES em

questão, as decisões de localização do curso eram feitas, na maioria das vezes, por questões políticas e empíricas provocando uma margem de erro grande na decisão de onde localizar o curso para auxiliar o desenvolvimento do estado estrategicamente. O estudo quantitativo, como este trabalho se propõe a realizar, nunca havia sido feito, reforçando a necessidade de um estudo detalhado das cidades prioritárias para a implantação do curso.

Com base na entrevista feita com a atual coordenadora do curso de graduação em Engenharia de Produção da instituição estudada, foi possível definir os fatores prioritários para a tomada de decisão de implantação de um novo curso, sendo esses fatores confirmados como prioritários pelas entrevistas não estruturadas realizadas com três professores da mesma IES. Assim, o diagrama hierárquico do trabalho foi criado, mostrado abaixo, com o objetivo de ilustrar os critérios e subcritérios necessários para resolução do problema estudado.

**Figura 4-** Diagrama Hierárquico para a Tomada de Decisão de Expandir o Curso de Engenharia de Produção



Fonte: Autora (2018)

Assim, definiu-se como critérios que auxiliam a tomada de decisão: número de habitantes, quantidade de indústrias, comércio e serviços, infraestrutura física e infraestrutura educacional das cidades analisadas. A tabela 3 abaixo mostra os subcritérios utilizados para quantificar cada critério acima especificado.

**Tabela 3-** Subcritérios para cada critério

<b>Critério</b>	<b>Subcritérios</b>
Número de Habitantes	Número de Jovens Quantidade de Engenheiros
Quantidade de Indústria, Comércio e Serviço	Parceria Técnico-Científica Demanda Profissional
Infraestrutura Física	Acesso ao Município Hospedagem
Infraestrutura Educacional	Quantidade de Curso Superior Acesso à Informação

Fonte: Autora (2018)

#### **4.2.1 Critérios e subcritérios para decisão**

A seguir apresenta-se uma explicação dos motivos de escolha dos subcritérios apresentados, de acordo com conversa com professores, a atual coordenadora do curso de Engenharia de Produção e o atual Reitor da IES estudada.

##### *4.2.1.1 Número de Jovens na Cidade*

Dentre os fatores que possam impulsionar a expansão do curso de Engenharia de Produção, os entrevistados destacaram que é muito importante que a população do município fosse de jovens, para que os mesmos possam ter a oportunidade de realizar um curso superior e que o curso tivesse adesão assim que implantado. Do contrário, não existiria propósitos para instalar um curso em um município onde não poderia dar início e continuidade ao desenvolvimento da região e do próprio curso.

Assim, a escala utilizada para definir o quanto um município tem maior prioridade que outro, em relação a esse critério, foi que quanto maior o número de jovens, maior o peso de uma localidade em relação à outra.

##### *4.2.1.2 Quantidade de Engenheiros Formados*

Outro fator mencionado foi conhecer a quantidade de engenheiros formados em cada município. Esse dado auxiliaria perceber as condições de abrigar mais engenheiros, se existiria mercado para esses novos engenheiros ou se a alta concorrência não permitiria que os mesmos entrassem no mercado de trabalho.

Neste subcritério, a escala utilizada foi quanto mais engenheiros existem em uma cidade menor a importância desta em relação à outra.

#### *4.2.1.3 Demanda pelo Profissional*

Um subcritério destacado como importante foi a demanda pelo profissional, permitindo conhecer o mercado no município. Um local que o nível de emprego é alto, mostra que a atividade econômica está se desenvolvendo, crescendo e a economia está ativa, ou seja, propício para contratar novos profissionais e continuar impulsionando o mercado a crescer. Diferente de uma localidade que o nível de emprego é baixo, a atividade econômica é baixa e a renda também, ou seja, as empresas não contratam.

Para este critério, foi feita uma análise da variação da quantidade de contratações e demissões nos últimos anos em cada município, quanto maior a variação maior a prioridade de uma localidade em relação a outra.

#### *4.2.1.4 Parceria Técnico-Científica*

Outro fator muito importante para a implantação do curso foi a possibilidade de existirem parcerias técnico-científica da IES estudada com as empresas atuantes no município para onde o curso fosse expandido. Este critério engloba desde grandes indústrias, até o fornecimento de serviços e outros segmentos de atuação empresarial. Esse critério é importante, pois segundo os entrevistados, é o que impulsionaria as pesquisas do curso, os trabalhos acadêmicos que fossem realizados, oportunidades de estágio e de desenvolvimento da região como um todo. As empresas também evoluiriam com os estudantes do curso, podendo desenvolver projetos e estudos que melhorassem sua produção de alguma forma.

Para analisar a prioridade, foi necessário saber a quantidade de empresas em cada município e quanto maior essa quantidade maior o peso do local, visto que

aumentaria as chances de parcerias com empresas e oportunidades diversas para os futuros estudantes da instituição.

#### 4.2.1.5 *Acesso ao Município*

Outro subcritério importante, visto que a característica da IES estudada é não possuir professores locados nos interiores, sendo assim devem transitar entre a capital e os interiores. Sabe-se que o estado do Pará é grande em sua extensão e não muito explorado na questão do acesso aos locais mais distantes dos centros urbanos. Sendo assim, os municípios prioritários devem agregar um acesso rápido, dinâmico e com segurança, assim, foram considerados os transportes aéreos e rodoviários, bem como, o valor da passagem para da capital para cada um dos municípios possíveis. Nesse subcritério foi importante a diversidade de possibilidades de acessar um município, visto que as situações exigem certa rapidez ou não para chegada em um local.

Foram consideradas as escalas abaixo para definir a prioridade dos locais, segundo esse fator:

- Municípios com acesso aéreo e rodoviário e com passagens mais baratas: peso muito alto;
- Municípios com acesso aéreo e rodoviário, mas com passagens mais caras: peso alto;
- Municípios apenas com acesso rodoviário e com passagens mais baratas: peso médio;
- Municípios apenas com acesso rodoviário, mas com passagens mais caras: peso baixo.

#### 4.2.1.6 *Hospedagem no Município*

A maioria dos professores que ministrariam aula para o curso de Engenharia de Produção da IES em estudo, em novas localidades, não residem na região, sendo uma particularidade da instituição. Neste caso, a hospedagem deve englobar condições adequadas para o professor realizar suas tarefas e trabalhos. Então, neste critério optou-se por pesquisar em sites de hotelaria o valor de diárias em hotéis confortáveis para uma estadia longa dos professores.

Neste critério, a base para definição da prioridade de um município e outro se baseou na quantidade de hotéis e pousadas existentes e o preço da diária em cada um. Assim, as situações para cada município foram:

- Alta quantidade de hospedarias e com preços mais baixos: prioridade muito alta;
- Alta quantidade de hospedarias, mas com preços mais altos: prioridade alta;
- Baixa quantidade de hospedarias e com preços mais baixos: prioridade mediana;
- Baixa quantidade de hospedarias, mas com preços mais altos: prioridade baixa.

#### *4.2.1.7 Quantidade de Curso Superior*

A quantidade de curso superior no município também se destaca como um fator que pode ajudar na priorização das alternativas. Procurou-se dar prioridade para as localidades em que a quantidade de cursos em Engenharia de Produção fosse maior que em outras, pois nessas localidades já há uma estrutura e desenvolvimento para dar suporte a um novo curso.

#### *4.2.1.8 Acesso à Informação*

Um dos subcritérios mais comentados foi a questão da disponibilidade do acesso informação e internet em cada localidade, ou seja, se o acesso a internet é de qualidade e estável, as informações são atualizadas em tempo real e se a rede telefônica é bem estruturada. Um fator muito importante para os futuros estudantes e professores desenvolverem seus trabalhos, projetos e estudos, bem como para comunicação entre todos os envolvidos no processo.

Desse modo, os locais que possuíam um acesso à informação mais desenvolvido e estruturado foram prioritários em relação à outra localidade.

### **4.2.2 Peso dos critérios e subcritérios**

Com base nos pesos que os entrevistados julgaram cada critério e subcritério foi possível desenvolver matrizes para a realização do método AHP. Assim, foi feito

uma matriz de pesos utilizando a média de dados de cada entrevistado, para cada comparação, e chegar a um padrão, diminuindo possíveis dados tendenciosos. Assim, após a confecção da matriz de pesos, foi calculada a matriz normalizada, dividindo cada elemento de uma coluna da matriz peso pela soma de todos os elementos da coluna que ele pertence. A matriz dos pesos e a matriz normalizada dos critérios são apresentadas nas figuras 5 e 6, o mesmo processo feito para os critérios foi feito para os subcritérios. As matrizes de comparação dos subcritérios estão apresentadas no Apêndice D.

**Figura 5-** Matriz Peso dos Critérios

	<b>Infra Educacional</b>	<b>Infra física</b>	<b>Nº Habitantes</b>	<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>
<b>Infra Educacional</b>	1,0000	0,4167	3,0000	0,2667
<b>Infra física</b>	2,5000	1,0000	3,0000	0,4167
<b>Nº Habitantes</b>	0,2889	0,3056	1,0000	0,1810
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	3,6667	2,6667	5,6667	1,0000
<b>Total</b>	7,4556	4,3889	12,6667	1,8643

Fonte: Autora (2018)

**Figura 6-** Matriz Normalizada dos Critérios

	<b>Infra Educacional</b>	<b>Infra física</b>	<b>Nº Habitantes</b>	<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>
<b>Infra Educacional</b>	0,134128167	0,0949367	0,236842105	0,143039591
<b>Infra física</b>	0,335320417	0,2278481	0,236842105	0,223499361
<b>Nº Habitantes</b>	0,038748137	0,0696203	0,078947368	0,09706258
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	0,491803279	0,6075949	0,447368421	0,536398467

Fonte: Autora (2018)

A seguir, foi possível calcular o peso de cada critério. O processo foi realizado no *Software Expert Choice 2000*, edição de 2004. Assim, o resultado do peso em um vetor, chamado vetor "W", está apresentado abaixo:

**Figura 7-** Vetor W

	<b>W</b>
<b>Infraestrutura Educacional</b>	<b>0,136</b>
<b>Infraestrutura Física</b>	<b>0,252</b>
<b>Nº Habitantes</b>	<b>0,070</b>
<b>Qnt Ind, Com e Serv</b>	<b>0,543</b>

Fonte: Autora (2018)

Pelos resultados dos pesos, pode-se perceber que o critério mais importante, segundo os entrevistados neste trabalho, foi a Quantidade de Indústria, Comércio e Serviços, seguido da Infraestrutura Física, Infraestrutura Educacional e por último o Número de Habitantes. É importante notar que os valores dos pesos somados resultam em aproximadamente 1 o que é equivalente a 100%, visto que esses critérios resolvem o problema como um todo, assim os valores multiplicados por 100 geram a porcentagem de interferência de cada item no problema geral.

A etapa seguinte foi a análise da consistência dos dados, etapa que verifica se todos os pesos estão coerentes e não há necessidade de coletar novos dados. A consistência é composta por cinco fases: a checagem dos pesos, o cálculo do vetor consistência, o cálculo da média da consistência, cálculo do índice de consistência e a relação de consistência.

A checagem dos pesos consiste em multiplicar a matriz peso não normalizada pelo vetor  $W$ , calculados anteriormente, originando um segundo vetor chamado “ $W_s$ ”. O resultado dessa etapa é mostrado abaixo na figura 8:

**Figura 8-** Vetor  $W_s$

<b>Matriz Peso</b>		<b>W</b>		<b><math>W_s</math></b>
1,0000		0,136		0,59580
2,5000		0,252		1,02825
0,2889		0,070		0,28455
3,6667		0,543		2,11033

Fonte: Autora (2018)

A seguir um terceiro vetor foi calculado, o vetor consistência. Nessa etapa é necessário multiplicar o vetor  $W_s$  pelo inverso do vetor  $W$ , calculando o vetor consistência, a etapa está ilustrada a seguir:

**Figura 9-** Vetor Consistência

<b><math>W_s</math></b>		<b>1/W</b>		<b>Consistência</b>
0,59580		0,136		4,38088
1,02825		0,252		4,08036
0,28455		0,070		4,06494
2,11033		0,543		3,88643

Fonte: Autora (2018)

Após a obtenção do vetor consistência, foi necessário calcular a média dos elementos do vetor em questão. Essa medida é chamada de  $\lambda$  o resultado é na figura 10.

**Figura 10-** Média da Consistência

$\lambda$	4,10315405
-----------	------------

Fonte: Autora (2018)

O próximo passo para saber a consistência dos dados, foi calcular o índice de consistência, chamado CI. O resultado encontra-se abaixo.

**Figura 11-** Índice de Consistência

CI=	0,03438468
-----	------------

Fonte: Autora (2018)

Por fim, para chegar ao resultado da relação de consistência, chamado de CR, foi necessário dividir o CI pelo RI, que é o Índice de Consistência Randômica e possui um valor pré-estabelecido em uma tabela desenvolvida por Saaty.

**Figura 12-** Relação de Consistência

CR=	0,0382052
-----	-----------

Fonte: Autora (2018)

Segundo o desenvolvedor do método AHP, se o CR resultar em um valor menos que 0,1 os dados estão consistentes e não há necessidade de recálculo. Assim, os dados dos entrevistados foram considerados relevantes e consistentes, seguindo para o cálculo do peso dos subcritérios.

Para os subcritérios, depois de aplicar o mesmo método dos critérios, foi necessário multiplicar o vetor peso desses pelo vetor peso dos critérios, pois com esse processo pode-se obter o quanto cada subcritério influencia na decisão geral que procuramos. Fazendo-se necessário multiplicar à medida que o nível de hierarquia aumentar. O resultado do peso dos subcritérios, segundo o *Software Expert Choice 2000*, é apresentado na figura 13 abaixo.

Segundo os dados do Software, o critério de maior relevância no resultado é a demanda profissional, seguida do acesso ao município, parceria técnico-científica,

acesso à informação, número de jovens, hospedagem, quantidade de curso superior e quantidade de engenheiros. Importante ressaltar a mesma observação feita na apresentação do peso dos critérios, os valores calculados somam 1, correspondendo a 100% da resolução do problema em questão. Então, os valores multiplicados por 100 geram as porcentagens de influência de cada subcritério da decisão.

**Figura 13- Peso dos Subcritérios**

	<b>Peso dos Subcritérios</b>
<b>Nº de Jovens</b>	0,0583
<b>Qnt de Eng</b>	0,0117
<b>Parceria Tec-Científica</b>	0,1086
<b>Demanda Profissional</b>	0,4344
<b>Acesso ao Município</b>	0,2016
<b>Hospedagem</b>	0,0504
<b>Qnt Curso Superior</b>	0,0340
<b>Acesso à Informação</b>	0,1020

Fonte: Autora (2018)

#### **4.2.3 Alternativas para a nova localização**

A etapa de decisão das alternativas foi analisada detalhadamente, o estado do Pará possui 144 municípios, então para definir quais seriam as possíveis alternativas foi utilizada a quantidade de indústria, comércio e serviço existente nos locais. A opção por esse critério de seleção foi devido a disparidade de valores entre os municípios paraenses, a necessidade do mercado local por profissionais qualificados, bem como a necessidade do curso se desenvolver nas localidades. Os dados da quantidade de indústria, comércio e serviço existentes nos locais foram coletados no site do IBGE

O primeiro filtro aplicado nas cidades foi a média da variável em questão entre todas as localidades, as cidades com quantidades abaixo dessa média foram descartadas. Assim, restaram 21 cidades.

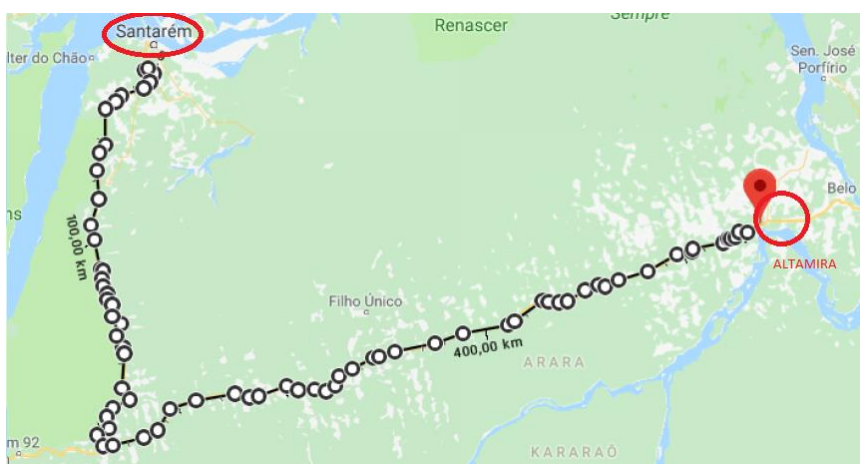
O segundo filtro aplicado foi remover os municípios com menos de 1.000 empresas, visto que se constatou a disparidade industrial e comercial eram muito Grandes, chegando a aproximadamente 825% de diferença entre o município com maior quantidade e o de menor. Assim, as cidades abaixo do valor estipulado

mostravam grande discrepância em relação ao primeiro município acima do valor. Restaram 9 cidades, sendo: Santarém, Ananindeua, Parauapebas, Altamira, Itaituba, Paragominas, Abaetetuba, Canaã dos Carajás e Barcarena. Ressaltando que as cidades que já possuem o curso de Engenharia de Produção da IES em questão implantado foram descartadas nessa etapa, pois como não haveria necessidade de implantação foram retirados das alternativas.

O passo seguinte foi agrupar os municípios restantes por proximidade, assim criou-se três grupos. O primeiro grupo contemplou Santarém, Itaituba e Altamira. Já o segundo grupo constou com Parauapebas e Canaã dos Carajás. E o terceiro grupo, foi composto de Barcarena e Abaetetuba. O município de Ananindeua foi descartado, pois faz parte da região metropolitana da capital Belém, que já possui o curso em questão, poderia tender o resultado por estar próximo de grande infraestrutura e recursos diferente de outras cidades do interior do estado, então, para essa análise optou-se por retirar esta localidade.

Com relação ao grupo 1, calculou-se a distância aproximada entre Santarém e as outras duas cidades, em relação a Itaituba a diferença foi aproximadamente 364 e em relação Altamira 535. Como as cidades estão, relativamente, próximas optou-se por Santarém e Altamira, pois nas duas cidades já possui polo da IES estudada, podendo ser implantado em conjunto com outros cursos existentes. Assim, o custo de implantação poderia ser menor, em relação a infraestrutura física, que em uma cidade onde não há um polo da IES. A figura 14 e 15 mostra a distância entre Santarém e as outras duas cidades.

**Figura 14-** Distância de Santarém para Altamira



Fonte: Autora (2018)

**Figura 15-** Distância de Santarém para Itaituba

Fonte: Autora (2018)

Para o segundo e o terceiro grupo, foi calculado a distância entre as 2 cidades dos grupos, assim, Parauapebas e Canaã dos Carajás se distanciam em aproximadamente 65Km e Barcarena e Abaetetuba em 41Km. Pode-se perceber que as cidades estão muito próximas, se tornando desnecessário segregar a demanda, assim, a escolha por Parauapebas e Barcarena se deu pelo motivo de que nas duas cidades há um polo industrial muito importante para o estado, principalmente na mineração, evidenciando uma oportunidade de mercado melhor que nas outras cidades dos grupos. As figuras 16 e 17 representam as imagens das distâncias das cidades dos dois grupos.

**Figura 16-** Distância das cidades do grupo 2

Fonte: Autora (2018)

**Figura 17-** Distância das cidades do grupo 3

Fonte: Autora (2018)

A cidade de Paragominas fica distante das outras cidades possíveis, então foi considerada como uma alternativa. Por fim, a tabela 4 mostra a fonte de dados utilizada e o ano de publicação para obtenção das informações de cada subcritério envolvido no trabalho.

**Tabela 4-** Subcritério, ano de publicação e fonte de dados.

<b>Subcritério</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Fonte de dados*</b>
Número de Jovens	2010	IBGE- Censo Demográfico 2010
Quantidade de Engenheiros	2018	CREA
Parceria Técnico-Científica	2014	IBGE- Cadastro Central de Empresas
Demanda Profissional	2018	MTE- Evolução do Emprego
Acesso ao Município	2018	Site de Companhia Aérea Side da Rodoviária de Belém
Hospedagem	2016	SIDRA/ IBGE- Pesquisa de Serviço de Hospedagem
	2018	Site de Reserva de Hotéis
Quantidade de Curso Superior	2018	Ministério da Educação- Sistema e-MEC

Acesso à Informação	2014	Instituto do Homem e Meio Ambiente- Imazon/ IPS
---------------------	------	---

Fonte: Autora (2018)

\*O acesso aos dados está especificado nas referências do trabalho.

### 4.3 APLICAÇÃO DO MODELO

Nesta etapa do estudo de caso, foram realizados os cálculos dos pesos dos dados de cada uma das cinco alternativas de cidades (Altamira, Barcarena, Paragominas, Parauapebas e Santarém) para a implantação do curso de Engenharia de Produção em relação a cada um dos oito subcritérios considerados para a decisão.

#### 4.3.1 Construção das matrizes de decisão

As matrizes de decisão foram construídas no *Software Excel 2010*, uma para cada subcritério que trata esse trabalho, analisou-se o quanto uma cidade possuía melhores condições em relação a outra. É relevante comentar que dois critérios não são proporcionais aos valores dos dados, ou seja, quanto maior o dado de uma cidade, menor é o seu peso e pior o seu resultado. É possível entender o que acontece quando se pensa que existem variáveis que colaboram de maneira inversa com o resultado esperado, assim enquanto o resultado geral melhora a variável diminui seu valor.

O critério que se comportou de maneira diversa dos outros é a quantidade de engenheiros. Isso acontece, pois quanto mais engenheiros em uma cidade, a concorrência aumenta e menor a necessidade de novos engenheiros.

O cálculo do peso das alternativas para cada subcritério foi feito primeiramente utilizando dados adquiridos sobre cada local em uma planilha organizada, em seguida foi feita uma lista do maior resultado até o menor e por fim, nas matrizes de comparação foi feito o julgamento da importância de uma localidade em relação a outra.

Abaixo a tabela 5 e a figura 18 apresentam o exemplo do subcritério Acesso à Informação, mostrando os passos acima especificados. As tabelas para os demais subcritérios são apresentados no Apêndice B.

**Tabela 5-** Dados das cidades e ranking das mesmas

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados do Acesso a informação	Prioridade
Altamira	193,26	3ª
Barcarena	195,32	1ª
Paragominas	189,25	4ª
Parauapebas	183,57	5ª
Santarém	193,48	2ª

Fonte: Autora (2018)

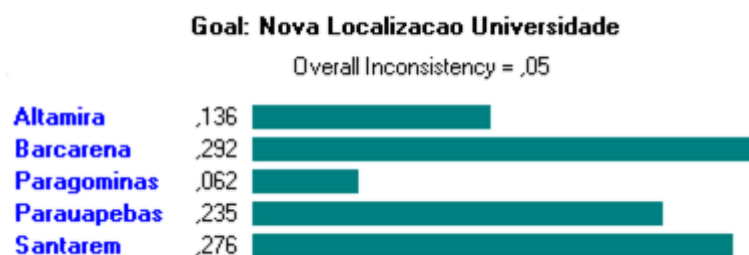
**Figura 18-** Matriz de comparação para Acesso à Informação

Acesso à Informação					
	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	1/4	2	4	1/2
Barcarena	4	1	5	7	3
Paragominas	1/2	1/5	1	3	1/3
Parauapebas	1/4	1/7	1/3	1	1/5
Santarém	2	1/3	3	5	1

Fonte: Autora (2018)

Com base nos dados da Figura 18, Barcarena é fortemente mais prioritário que Paragominas para o critério analisado, por exemplo. Os dados do subcritério Acesso à Informação foram calculados somando duas dimensões calculadas no IPS-Índice de Progresso Social na Amazônia foram elas: conexão de dados de internet móvel e conexão de voz, utilizados para calcular o acesso á informação e comunicação. As matrizes de comparação em relação aos outros subcritérios estão no Apêndice C.

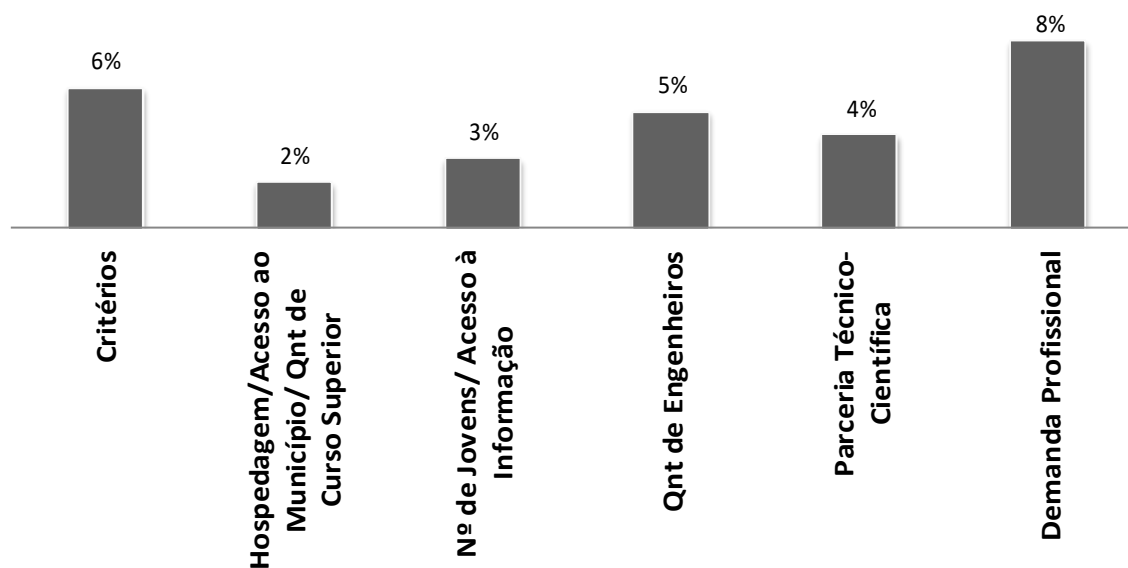
Após todas as matrizes dos subcritérios finalizadas, os dados foram transportados para o *Software Expert Choice 2000*, onde o cálculo de qual a ordem de cidades para expandir o curso de engenharia de produção foi realizado. O resultado é apresentado na Figura 19 abaixo.

**Figura 19-** Peso das Cidades

Fonte: Autora (2018)

Com relação aos dados do programa, a cidade com prioridade para implantação do curso de Engenharia de Produção no estado do Pará é a cidade de Barcarena, com 29,2% de peso para resolver o problema geral. A próxima cidade em relevância foi Santarém com 27,6%, seguida de Parauapebas com 23,5%, Altamira com 13,6% e Paragominas com 6,2%. A figura 20 mostra um mapa do estado do Pará com as cidades, em vermelho, prioritárias para implantação do curso e as que já o possuem, em verde.



**Gráfico 2-** Valor do CR nas matrizes de comparação

Fonte: Autora (2018)

Utilizando o *Software Expert Choice* foi possível criar gráficos que comparassem cada alternativa duas a duas, sendo possível verificar os critérios de ganho e perda de cada uma em relação a outra. Assim, comparou-se a cidade inicialmente com maior prioridade, Barcarena, com as outras quatro opções, os resultados são apresentados no gráfico 3.

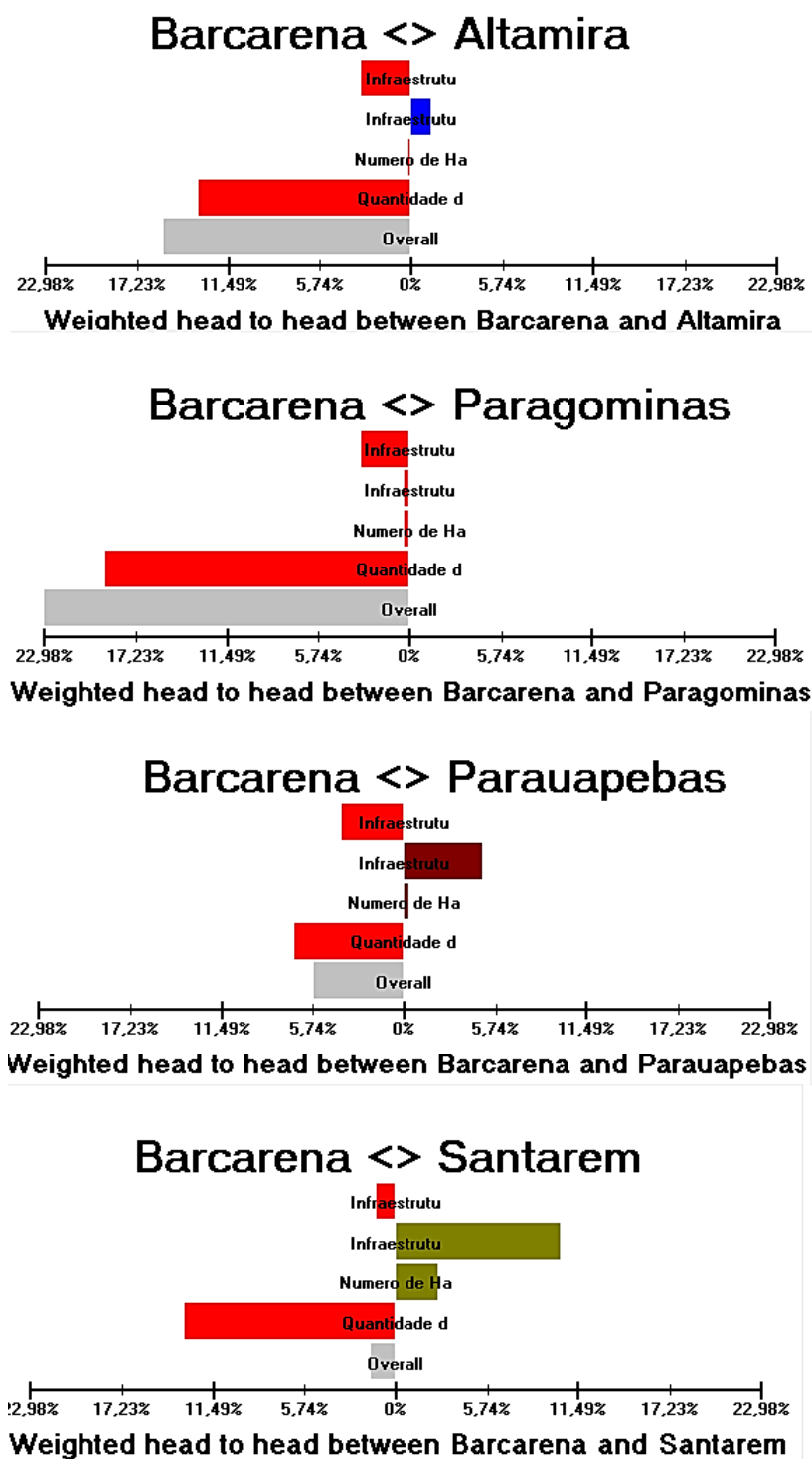
Pelo gráfico pode-se perceber que Barcarena, somente foi prioritária em todos os critérios quando comparada com a cidade de Paragominas, nas demais não foi a melhor em alguns critérios. Altamira obteve maior peso que Barcarena em Infraestrutura Física.

Na comparação de Barcarena com Parauapebas, pode-se notar que Parauapebas obteve maior peso em relação a Infraestrutura Física e uma ligeira vantagem, também, em Número de Habitantes. Já na comparação com Santarém, Barcarena adquiriu um peso menor para Infraestrutura Física e Número de Habitantes.

Com base nos resultados de comparação, foi possível perceber que embora a cidade de Barcarena tenha gerado o melhor resultado para a decisão do trabalho, as outras cidades obtiveram resultados melhores em relação alguns critérios. Assim,

tornou-se necessário estudar, por meio de gráficos de sensibilidade, os cenários que poderiam modificar a ordem de prioridade gerada com o resultado.

**Gráfico 3-** Comparação da cidade de Barcarena em relação às demais



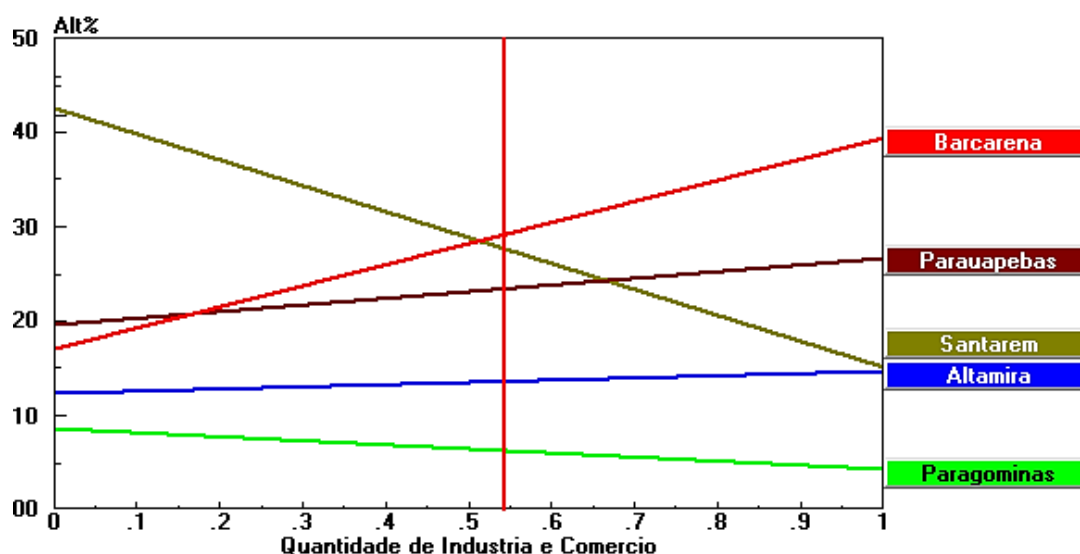
Fonte: Autora (2018)

### 4.3.3 Análise de sensibilidade

A análise empregada nesta etapa do trabalho baseou-se nos gráficos de sensibilidade de cada critério gerados pelo *Software Expert Choice* e por meio de alterações dos pesos relativos aos critérios pôde ser feito um estudo sobre o resultado apresentado.

Com o resultado encontrado pelo meio do método AHP Clássico, foi gerado gráficos de sensibilidade para cada critério levando em consideração os pesos originais calculados. A leitura do gráfico pode ser feita por meio da interpretação dos dois eixos que o compõe: no eixo Y, são representados os pesos de cada alternativa considerando o critério analisado e no eixo X, consta o peso do critério em questão. O gráfico apresenta uma linha vermelha que representa o valor original do peso do critério e das alternativas.

**Gráfico 4-** Gráfico de Sensibilidade do critério Quantidade de Indústria, Comércio e Serviços

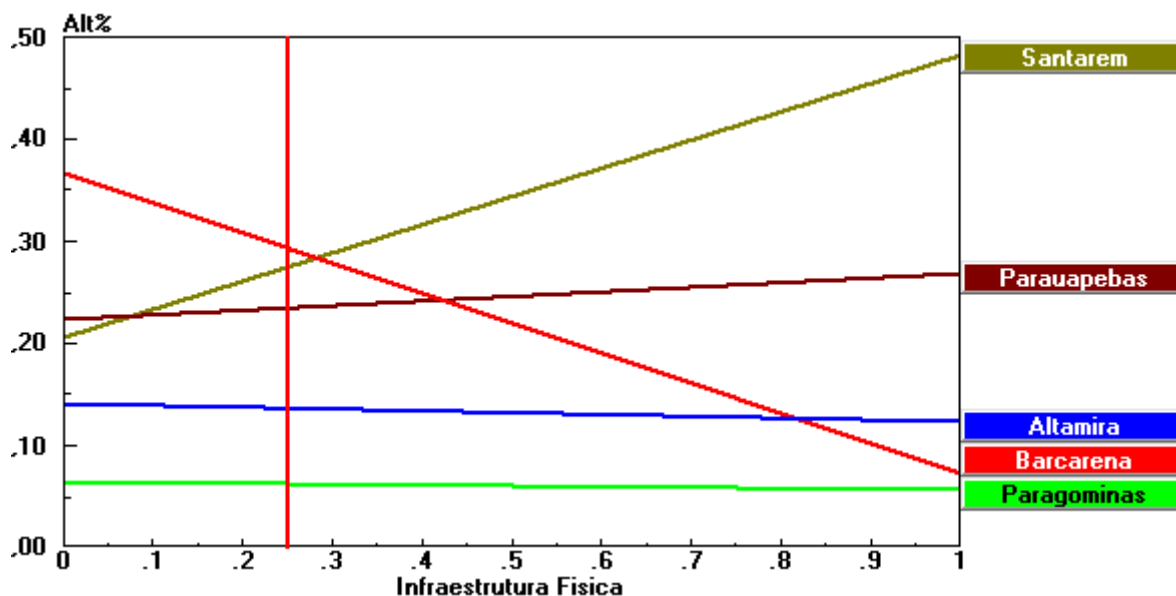


Fonte: Autora (2018)

A partir do gráfico 4, pode-se perceber que para o critério Quantidade de Indústria, Comércio e Serviços que detém o maior peso, a cidade de Barcarena é a de maior importância em relação às demais alternativas, porém pode-se perceber que dependendo do peso do critério a ordem das três primeiras cidades, em ordem de importância, se altera. Se a barra se deslocar no sentido de diminuir o peso do

critério, a cidade de Barcarena ficaria em segunda ou terceira opção e a cidade de Santarém seria a primeira em prioridade para o critério em questão.

**Gráfico 5-** Gráfico de Sensibilidade do critério Infraestrutura Física

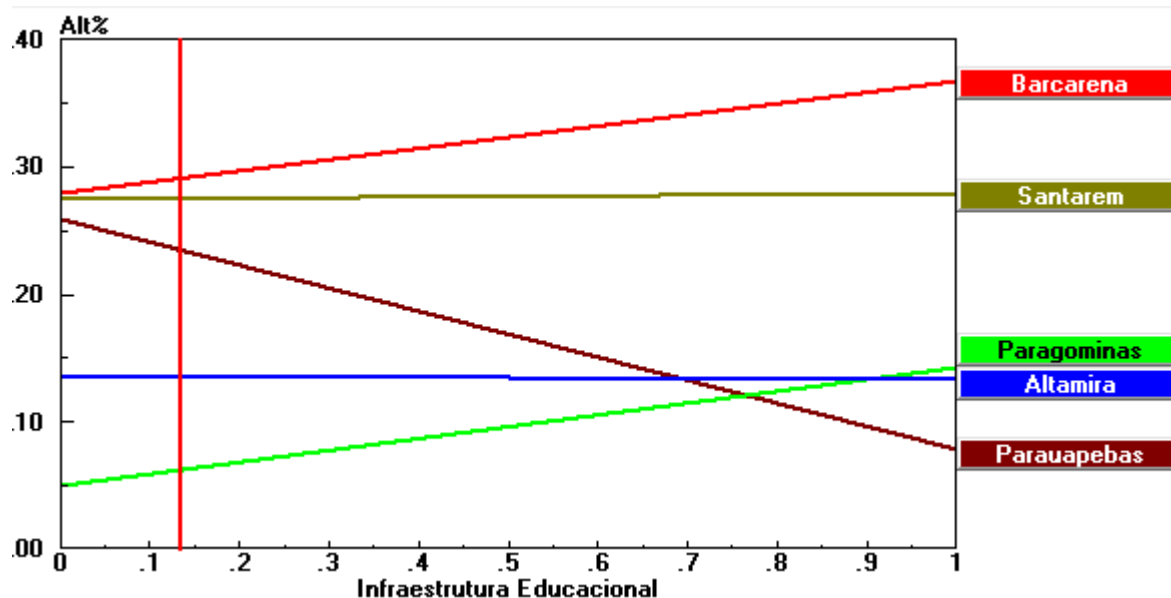


Fonte: Autora (2018)

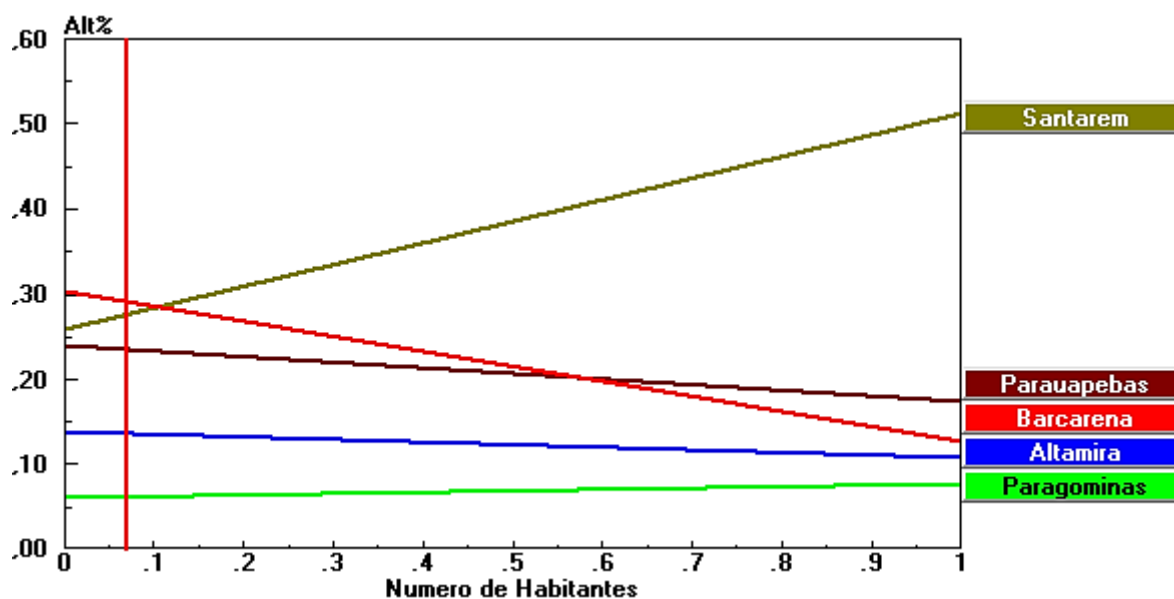
De acordo com o gráfico 5, para o critério de Infraestrutura Física a cidade de Barcarena é a mais importante, porém deslocando a barra no sentido de aumentar o peso do critério a ordem de prioridade das cidades de alteraria. As cidades de Santarém e Parauapebas cresceriam com deslocamento da barra no eixo X no sentido de aumentar o peso do critério, tornando-se as cidades prioritárias.

De acordo com o gráfico 6, em relação ao critério Infraestrutura Educacional é possível perceber que a cidade de Barcarena possui o maior peso dentre as alternativas, sendo somente alterada a hierarquia das demais opções a medida que o peso do critério seja alterado com o deslocamento da barra vermelha, eixo x.

O gráfico 7 mostra o gráfico de sensibilidade para o critério número de habitantes, mostrando a cidade de Barcarena com maior peso, porém quando a barra vermelha é deslocada no eixo X no sentido de aumentar o peso do critério em questão pode-se perceber um aumento para a cidade de Santarém e diminuição de importância de Barcarena. Assim, todas as cidades se alteram nesse critério.

**Gráfico 6-** Gráfico de Sensibilidade do critério Infraestrutura Educacional

Fonte: Autora (2018)

**Gráfico 7-** Gráfico de Sensibilidade do critério Número de Habitantes

Fonte: Autora (2018)

O *Software Expert Choice* apresenta no recurso de gráficos de sensibilidade dinâmico a possibilidade de testar diferentes cenários do resultado da AHP. Esse recurso permite alterar os pesos de relevância dos critérios e verificar como essa alteração impacta no resultado final do problema, isto é, na hierarquia final das cidades. Assim, após a análise dos gráficos foi decidido que os critérios mais sensíveis são: Quantidade de Indústria, Comércio e Serviço, Infraestrutura Física e

Número de Habitantes. Assim dois cenários foram testados em que os critérios Infraestrutura Física e Número de Habitantes se tornam mais importantes.

Para a primeira simulação: alterou-se o peso dos critérios para que o critério Infraestrutura Física fosse o de maior peso. As demais comparações permanecem iguais. A tabela 6 mostra os pesos alterados para essa hipótese.

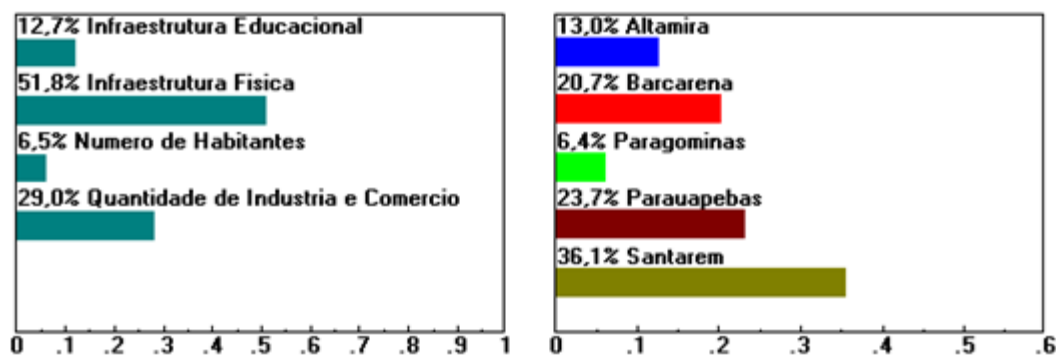
**Tabela 6-** Comparação dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 1

	Infraestrutura Educ	Infraestrutura Fisica	Numero de Habitar	Quantidade de Industria
Infraestrutura Educacional		5,0	3,0	3,0
Infraestrutura Fisica			6,0	2,0
Numero de Habitantes				4,0
Quantidade de Industria e Comercio	Incon: 0,04			

Fonte: Autora (2018)

O resultado do teste do primeiro cenário está apresentado no gráfico abaixo.

**Gráfico 8-** Peso dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 1



Fonte: Autora (2018)

O gráfico 8 mostra os pesos gerais dos critérios e das alternativas para o cenário da primeira situação, ao lado esquerdo há a coluna que representa os pesos relativos dos critérios e ao lado direito o peso das cidades. Desta forma, o critério Infraestrutura Física que foi alterado teve maior relevância, com 51,8% de peso global. O resultado apresentado sugere a cidade de Santarém com maior peso para a tomada de decisão, com 36,1%, seguida de Parauapebas, com 23,7%, Barcarena, com 20,7%, Altamira, 13% e Paragominas, 6,4%.

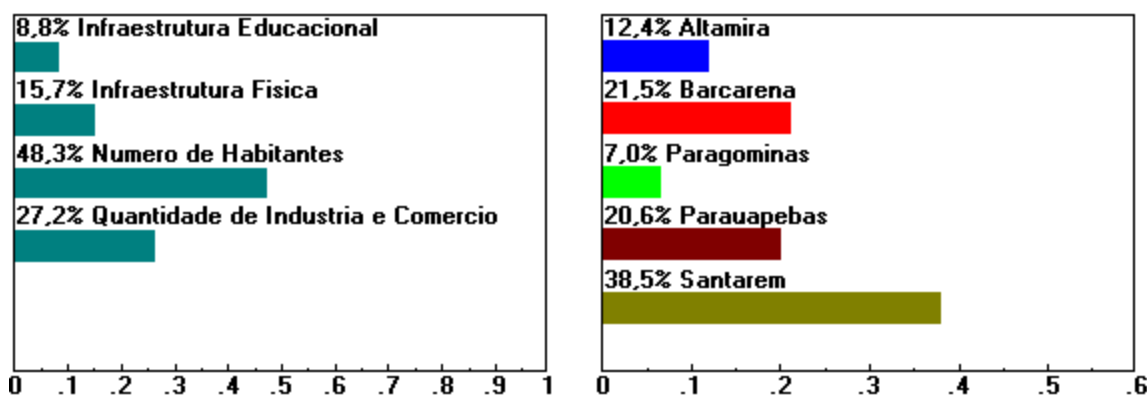
O próximo cenário, situação 2, apresentou a mudança do valor do peso do critério Número de Habitantes, colocando-o como prioritário. As demais comparações permanecem iguais. A tabela 7 mostra os pesos alterados para essa hipótese.

**Tabela 7-** Comparação dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 2

	Infraestrutura Ed	Infraestrutura Fi	Numero de Habit	Quantidade de In
Infraestrutura Educacional		2,0	5,0	3,0
Infraestrutura Fisica			3,0	2,0
Numero de Habitantes				2,0
Quantidade de Industria e Comercio	Incon: 0,01			

Fonte: Autora (2018)

O resultado do teste do primeiro cenário está apresentado na figura abaixo.

**Gráfico 9-** Peso dos Critérios para a Análise de Sensibilidade 2

Fonte: Autora (2018)

O gráfico 9 apresenta os pesos dos critérios e das alternativas para a segunda situação. Pode-se perceber que o critério Número de Habitantes foi alterado para que obtenha a maior relevância, com 48,3% de peso global. O resultado apresentado sugere a cidade de Santarém como prioritária, com 38,5%, seguida de Barcarena, com 21,5%, Parauapebas, com 20,6%, Altamira, 12,4% e Paragominas, 7%.

A mudança de resultado da hierarquia das cidades, em relação aos dois cenários testados, já era esperada, como mostra gráficos de sensibilidade. Mas é importante notar que foi necessário modificar intensamente os dados originais para que essa alteração ocorresse, pequenas modificações não alterariam os resultados obtidos inicialmente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se preocupou em fornecer para uma IES Pública do estado do Pará uma hierarquia de cidades prioritárias para expandir o curso de Engenharia de Produção, mostrando de maneira estratégica o melhor plano de desenvolvimento do curso no estado em questão. O estudo desenvolvido não havia sido feito na instituição, pois as decisões eram tomadas devido posicionamentos políticos e a base do empirismo, assim, o estudo apresenta uma importante mudança nos parâmetros adotados pela instituição.

Para as alternativas, foi feito um filtro nos 144 municípios paraenses, tomando como referencia a quantidade de empresas nos locais. Outro critério utilizado foi verificar a região de cada possibilidade restante e comparar as distancias, assim foi possível alcançar a maior parte de regiões do estado. As cidades possíveis utilizadas após todas as análises e filtros foram: Altamira, Barcarena, Paragominas, Parauapebas e Santarém.

Para a aplicação do método AHP, foram definidos quatro critérios que poderiam influenciar a tomada de decisão de implantação do curso de Engenharia de Produção, são eles: quantidade de indústria, comércio e serviço, número de habitantes, infraestrutura educacional e infraestrutura física. Cada critério foi quantificado por meio de dois subcritérios cada. Os julgamentos de cada critérios e subcritério foi realizado por 2 professores e a atual coordenadora do curso.

Para a obtenção dos resultados e discussão dos mesmos foi utilizado o *Software Expert Choice 2000*, que gerou a hierarquia das cidades, bem como foi possível obter os gráficos de sensibilidade, em que foi possível estudar e avaliar diversos cenários diferente do resultado obtido, sendo, também, um objetivo específico do trabalho. Por meio do método AHP e do *Software* utilizado foi possível comparar as alternativas e gerar resultados que comprovam que um estudo aprofundado dos critérios é fundamental para definir o melhor desenvolvimento do estado, ou seja, que acompanhe o mercado e as oportunidades existentes.

O resultado do peso dos critérios mostra o quanto o mercado e a economia de um município podem influenciar no desenvolvimento e implantação do curso de Engenharia de Produção, visto que o critério que impacta mais de 50% na decisão global é a Quantidade de Indústria, Comércio e Serviço, o que é coerente com a oportunidade de crescimento ser acompanhada de um novo curso. O segundo e

terceiro critério em importância, Infraestrutura Física e Educacional, representam o quando as estruturas devem ser dinâmicas e consolidadas nos locais para que os professores dos cursos possam ter qualidade em ministrar suas disciplinas. O critério Número de Habitantes ser o de menos impacto na decisão mostra que, em um primeiro momento, o tamanho e população das cidades não são determinantes para a instalação do curso, comparado com os outros critérios apresentados.

Quanto ao peso dos subcritérios alguns acompanharam a ideia dos critérios. O primeiro e o terceiro subcritérios mais importantes foram Demanda pelo Profissional e Parceria Técnico Científica, respectivamente, sendo coerente, pois esses definem o critério Quantidade de Indústria, Comércio e Serviço, critério mais importante. Mas é importante notar uma inconsistência, pois apesar do critério Quantidade de Habitantes ter sido o último em prioridade, o subcritério Quantidade de Jovens, que o define, foi o quinto mais importante entre todos os demais, revelando uma força do subcritério.

A ordem de prioridades gerada das cidades foi: Barcarena, Santarém, Parauapebas, Altamira e Paragominas, respectivamente. É importante ressaltar que o resultado não comprova que a cidade de Barcarena tem maior peso em todos os critérios analisados, visto que com o estudo feito percebeu-se que no quesito infraestrutura física e número de habitantes as cidades de Santarém, Parauapebas e Altamira obtiveram maior importância.

Os gráficos de sensibilidade utilizados mostram que uma alteração no peso dos critérios impactaria diretamente na ordem das cidades. O que é confirmado nas duas situações propostas em que as cidades de Santarém e Parauapebas seriam mais importantes, porém a alteração feita foi grande, já que pequenas alterações no peso não impactariam a decisão inicial gerada.

No que confere o objetivo específico de definir a hierarquia de critérios a ser considerados no estudo, o mesmo foi concluído, pois a primeira etapa do trabalho foi conversar com a atual coordenadora do curso de Engenharia de Produção da IES estudada e definir os aspectos que mais impactavam a decisão de expansão do curso. Assim, foi possível realizar a árvore de decisão e com isso a hierarquia adotada.

Com relação ao objetivo específico de coletar dados, sobre população, potencial produtivo industrial e comercial, além de infraestrutura física e educacional existente nos municípios, o mesmo, também, foi concluído satisfatoriamente.

Buscaram-se os dados necessários de cada cidade paraenses em fontes digitais, órgãos públicos e artigos publicados, tornando possível o desenvolvimento do trabalho.

Outro objetivo específico cumprido corretamente foi o desenvolver o modelo de tomada de decisão multicritério AHP, pois as matrizes de julgamento foram desenvolvidas para os critérios, subcritérios e para as cidades aos moldes da AHP, realizando a consistência dos dados e obtendo o peso de cada item analisado.

Ao final do trabalho gerou-se um plano de expansão municipal para o estado do Pará, onde a hierarquia das cidades foi apresentada, juntamente com o peso para cada critério, cumprindo o último objetivo específico.

Dessa forma, o objetivo geral do trabalho foi cumprido, uma vez que foi identificado os municípios paraenses demanda, infraestrutura e potencial do município para a tomada de decisão e proporcionando uma implantação racional, baseada em dados e estudos quantitativos, logo, possibilitando um desenvolvimento estratégico do curso no estado.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se fazer um estudo com uma quantidade de professores mais abrangente, dessa forma seria possível formar um padrão de julgamento mais concreto, objetivo e com menores impasses. Importante mencionar que a participação de professores de todos os municípios que a IES possui o curso de Engenharia de Produção traria ao trabalho uma abrangência maior.

Outra sugestão é fazer uso apenas dos subcritérios, sem utilizar os critérios como nível um, dessa forma o método AHP geraria um resultado diferente e poderia impactar na hierarquia das cidades apresentadas. Podendo, também, utilizar outros métodos multicritérios diferentes da AHP, como o AHP multiplicativo. Um critério que poderia ser explorado é o estudo das cidades polarizadoras, ou seja, cidades que concentram um percentual de pessoas e infraestrutura maior dentro da sua região. Explorar critérios econômicos, como exemplo o PIB de cada município, também, poderia ser diferencial.

A próxima sugestão é propor o estudo de diferentes critérios, ou com os mesmos critérios, porém com diferentes pontos de vista. Um exemplo poderia ser o critério Curso Superior, poderia levar em consideração a proposta da IES em desenvolver novas regiões e, portanto as cidades com baixa quantidade de curso seriam prioritárias, o que impactaria a decisão inicial.

Por último, estudo como o desenvolvido neste trabalho poderiam ser propostos e expandidos para os demais cursos e localidades que a IES em questão possui, permitindo o suporte as decisões a serem tomadas, bem como, o maior desenvolvimento do estado, no sentido de aproveitar as melhores oportunidades existentes e assim objetivar a integração do estado com um todo.

O estudo feito possui grande relevância academia, uma vez que utiliza o método multicritério, como a análise hierárquica de processos, para possibilitar uma hierarquia de cidades que o curso de graduação em Engenharia de Produção de uma IES Pública do estado do Pará deve, prioritariamente, expandir, um estudo quantitativo nessa área nunca havia sido desenvolvido.

Dessa forma, o presente estudo possibilita a divulgação e expansão do método AHP na graduação do curso de Engenharia de Produção, contribuindo, também, com os objetivos da instituição que se refere e com o desenvolvimento do estado, ao fornecer estudos que geram uma estratégia para o desenvolvimento tecnológico em diversas regiões do estado.

## REFERÊNCIAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção.** (2008). Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em 07 mar. 2018.

ABEPRO- Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **A profissão.** 2018. Disponível em:< <http://portalabepro.educacao.ws/a-profissao/>>. Acesso em 07 set. 2018.

ALANBAY, O. **ERP selection using expert choice software.** ISAHP. 2005. Honolulu.

ALVES, J. R. X.; ALVES, J. M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Production.** [online]. 2015, vol. 25, n. 1.

BALLOU, RONALD H. **Business Logistics: Supply Chain Management,** volume único, 5ª ed., New Jersey: Prentice Hall, 2008.

BANCO DE DADOS E-MEC. **Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados.** Brasília – DF. Disponível em: < <http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em 7 de março 2018.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Qualitative Researching with Text, Image and Sound: a Practical Handbook.** Edição Online, 2017.

BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L.; BELTRAME, E. A engenharia de produção no Brasil: um panorama dos cursos de graduação e pós-graduação. **Revista de Ensino de Engenharia,** v. 29, n. 1, p. 11-19, 2010.

BOWESOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da Cadeia de Suprimentos.** 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

BRITO, F. R. G.; GUEDES, F. D.; SANTANA, M. D.G. A qualidade do ensino público no Brasil. **Psicologado.** [online]. 2016.

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. **Gest. Prod. São Carlos,** v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015.

BROADBERRY, S.; CAMPBELL, B. M. S.; LEEUWEN, B. When did Britain industrialise? The sectoral distribution of the labour force and labour productivity in Britain, 1381-1851. **Explorations in Economic History,** v. 50, n. 1, p. 16-27, 2013

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operação.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 6 ed. 2016.

COSTA, CÉLIO JUVENAL; COCHIA, CAMILA BARRETO RODRIGUES. A Expansão do Ensino Superior no Brasil e a Educação à distância: Instituições públicas e privadas. **Rev. Teoria e Prática da Educação**, vol. 16, n. 1, pag. 21-32. Maringá, 2014.

CREA/PA. Quantitativo de profissionais por cidades da inspetoria. Sistema de Informações Técnicas e Administrativas do CREA-PA (SITAC), 2018.

CSCMP - Council of Supply Chain Management Professionals. **Definitions and Glossary of Terms**. Disponível em: < [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921) >. Acesso em 01/ Mai/ 2018.

CURTO, H. Problemas na Tomada de Decisão? Saiba como o método AHP pode te ajudar. 2018. Disponível em:< <http://netproject.com.br/blog/problemas-na-tomada-de-decisao-saiba-como-o-metodo-ahp-pode-te-ajudar/>>. Acesso em: 08/12/2018.

DIAS, E. M. P. S. **Modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de fornecedores de azeite**. 2015. Dissertação (Mestrado em modelação, análise de dados e sistemas de apoio à decisão) – Faculdade de Economia da Universidade de Porto, Porto – Portugal, 2015.

DROBNE, S.; LISEC, A. Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and OrderedWeighted Averaging. **Informatica**, v. 33, p. 459-474, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA (INFRAERO). Infraero Aeroportos. Disponível em:<<http://www4.infraero.gov.br/aeroportos/>>. Acesso em: 25/09/2018

FLÓREZ, G. R.; URREA, N. T.; GÓMEZ, J. C. O. Fuzzy AHP for 3 PL supplier's performance evaluation considering risk. **Revista da Faculdade de Engenharia de Tunja-Boyacá**, Colombia, vol. 26, pag. 165-172, 2017.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; MORAES, J. F. L. O uso da análise multicritério para a definição de áreas prioritárias a restauração de Área de Preservação Permanente (APP), no noroeste paulista. In: **XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO- SBSR**, 2013, Foz do Iguaçu-PR. Anais...Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. (2011). **Tomada de Decisões em Cenários Complexos**. São Paulo: Cengage Learning.

GONÇALVES, R. P. X. **Utilização do método AHP para análise de alterações de projetos, em instalações hospitalares**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Universidade Estadual Paulista (UNESP), Guaratinguetá, 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Economia. Pará, 2010. Disponível em: <[http://www.pa.gov.br/O\\_Para/economia.asp](http://www.pa.gov.br/O_Para/economia.asp)>. Acesso em 07 de março 2018.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to operations research. 10 ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cadastro Central de Empresas 2014. Número de Empresas Atuantes. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. População residente, por grupos de idade, segundo os municípios e o sexo. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Estados:** Pará. Rio de Janeiro, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE População:** Estimativas de População. Rio de Janeiro, 2017.

IISE – Institute of Industrial and Systems Engineering. **About IISE.** Disponível em: <<http://www.iise.org/details.aspx?id=282/>>. Acesso em 27 mai 2017.

ÍNDICE PROGRESSO SOCIAL DA AMAZÔNIA (IPS). Acesso à Informação e Comunicação. 2014. Disponível em:<<http://www.ipsamazonia.org.br/category/dashboard/9#aspects%5B%5D=9&map-view=city&map-type=performance&active-cat=1&page=4&tab=table>>. Acessado em: 25/09/2018

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **INEP Data.** Brasília – DF, 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/inep-data>>. Acesso em 07 mar. 2018.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations. **OR Insight**, v. 22, 4, 201-220. Operational Research Society Ltd, 2009.

LUZ, L. M. et al. Atlas Geográfico Escolar do Estado do Pará. GAPTA/UFPA, 1 ed, 2013.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; NOR, K. M. D.; KHALIFAH, Z.; ZAKWAN, N.; VALIPOUR, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, v. 28, n. 1, p. 516-571, 2015.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional.** Porto Seguro, Bahia, 2009.

MARTINS, GILBERTO DE ANDRADE. **Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações.** 4ª ed., São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MARTINS, PETRÔNIO G.; LAUGENI, FERNANDO P. **Administração da Produção**. 3ª ed., Editora Saraiva: São Paulo, 2015.

MEDEIROS, A. **Análise Multicritério em SIG** - Parte 1. 2016.

MENIN, F. A. **Aplicação do método ahp para hierarquização de condicionantes de corridas de massa**. 2013. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO- SISTEMA e-MEC. Pesquisa Avançada, 2018. Disponível em: < <http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 25/09/2018

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). Evolução do Emprego Formal em Municípios, 2018.

MOUSAVI-NASAB, S. H.; SOTOUDEH-ANVAI, A. A comprehensive MCDM-based approach using TOPSIS, COPRAS and DEA as an auxiliary tool for material selection problems. **Materials & Design**, v. 121, p. 237-253, 2017.

MU, E.; ROJAS, M. P. **Practical Decision Making using Super Decisions V3: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process**. 1 ed. Suíça: Springer, 2018.

OLIVEIRA, V. A. R.; SALOMON, V. A. P. Métodos de decisão multicritério aplicados a análise de indicadores de desempenho - um estudo bibliométrico. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

PADILHA, D. G.; TREVISAN, M. L.; CRUZ, J. C. **Sensibilidade do modelo de fragilidades ambientais à ponderação multicriterial: aspectos físicos da bacia hidrográfica do Alto Uruguai**. Curitiba, PR, v. 44, n. 3, p. 535–548, 2014.

PADOVANI et. al. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gest. Prod. São Carlos**, SP, v. 17, n. 1, 2010.

PIZZOLATO, NELIO D. et al. Revisão de Desafios Aplicados em Localização com Base em modelos da p-Mediana e suas variantes. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**, Bento Gonçalves, 2010.

ROCHA, A. P.; SCHULER, C. A. B. Avaliação Espaço Temporal da Suscetibilidade A Movimentos de Massa Utilizando Ortofotocartas e Modelagem Espacial Multicritério na Dinâmica de Áreas de Risco nas Microrregiões do Jordão e Ibura, Recife-PE. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 9, 2016.

SAATY, R. W. The Analytic Hierarchy Process- What It Is and How It Is Used. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

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

SAATY, T. L. The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP/ANP Approach. **Operations Research**, v. 61, n. 5, p.1101-1118, 2013.

SAATY, T.L. **Método de Análise Hierárquica**. Livro, São Paulo. Editora Makron, 1991.

SAATY, T. L.; ERGU, D. When is a decision-making method trustworthy? Criteria for evaluating multi-criteria decision-making methods. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 14, n. 06, p. 1171-1187, 2015.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA). Pesquisa de Serviços de Hospedagem 2016. Número de estabelecimentos de hospedagem.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; JONES, A. B. **Administração da Produção**. 4ª ed., São Paulo: Atlas, 2015.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de operação**. 2ª ed. Bookman, 2009.

SLACK, N.; JONES, A. B.; JOHNSTON, R. **Princípios de Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2013.

SOUSA, J. V.; JERÔNIMO, T. B.; MELO, F. J. C.; AQUINO, J. T. Uso do AHP para identificação de perdas da qualidade em empresas de manufatura: um estudo de caso. **Exacta**, v. 15, n. 1, p. 89-100, 2017.

SOUZA, R. J. S.; SANTOS, C. C. R.; GERBER, J. Z.; NUNES, L. A. Planejamento e Gestão do Arranjo Físico: Estudo de Caso em um Hospital Veterinário. **XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Rio de Janeiro, 2015.

SRISAWAT, C.; PAYAKPATE, J. Comparison of MCDM methods for intercrop selection in rubber plantations. **Journal of ICT**, v. 15, n. 1, p. 165–182, 2016.

TAHA, H. A. **Operations Research: An Introduction**. 10 ed. 2016.

TERMINAL RODOVIÁRIO DE BELÉM DO PARÁ. Destino de Viagens. Disponível em: < <http://www.terminalrodoviariodebelem.com.br/destino-viagens.html>>. Acessado em: 24/09/2018

THOMAZ, H. J. R.; GOMES, L. F. A. Seleção de Empregados na Indústria de Petróleo: um estudo de caso de aplicação do apoio multicritério à decisão. **XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional- SBPO**, Goiânia, 2006.

TRAMARICO, C. L.; MIZUNO, D.; SALOMON, V. A. P.; MARINS, F. A. S. Analytic Hierarchy Process and Supply Chain Management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 441-450, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Produção da UFSCar**: Campus São Carlos. São Carlos, 2009.

VARGAS, R. Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio. **PMI Global Congress 2010**, North America Washington, DC, EUA, 2010.

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

YUNUS, R. M. et al. Expert Choice for Ranking Heritage Streets. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **Elsevier**, vol. 101, 2013.

## APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO ENTREVISTA PROFESSORES

O presente formulário tem o intuito de fazer o julgamento pareado de critérios em relação a outros para a montagem de matrizes de comparação, objetivando estudar quais municípios teriam prioridade para a implantação de um novo curso de engenharia de produção.

O formulário usará a seguinte escala pra determinar a importância do critério x em relação ao critério y.

<b>Valores</b>	<b>Interpretação</b>
<b>1</b>	Os critérios i e j têm a mesma importância
<b>3</b>	O critério i é ligeiramente mais importante que j
<b>5</b>	O critério i é fortemente mais importante que j
<b>7</b>	O critério i é muito fortemente ou comprovadamente mais importante que j
<b>9</b>	O critério i é absolutamente mais importante que j
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermediários que estão entre uma definição e outra

Será dados dois critérios que se escolha qual dos dois é mais importante em relação ao outro, após marcar com "X" o mais importante, haverá abaixo um espaço para que se dê um a nota de importância (de um a nove) de acordo com a escala a cima.

Exemplo:

O que é mais importante: Beber água diariamente ou correr diariamente?

Água

Correr

Nota:   9  

1. Para implantar um novo curso de Engenharia de Produção o que é mais importante?

a)

Número de habitantes na cidade

Quantidade de Indústria e comércio

Nota:

b)

Número de habitantes

Infraestrutura física da cidade (transporte/hospedaria)

Nota: \_\_\_\_\_

c)

Número de habitantes

Infraestrutura educacional (curso superior existente/acesso à comunicação)

Nota: \_\_\_\_\_

d)

Quantidade de Indústria e comércio.

Infraestrutura física da cidade

Nota: \_\_\_\_\_

e)

Quantidade de Indústria e comércio.

Infraestrutura educacional

Nota: \_\_\_\_\_

f)

Infraestrutura física da cidade

Infraestrutura educacional

Nota: \_\_\_\_\_

2. Quanto ao número de habitantes: o que é preferível se ter na cidade:

Poucos engenheiros formados

Muitos jovens entre 15-20 anos

Nota: \_\_\_\_\_

3. Quanto ao número de indústria e comércio: o que é preferível se ter na cidade?

Predisposição das empresas quanto às parcerias Técnico-Acadêmicas

Alta demanda profissional

Nota: \_\_\_\_\_

4. Quanto à infraestrutura física é mais importante:

Maior número de alojamento para o professor (Hospedagem)

Fácil acesso à cidade (Acesso ao município)

Nota: \_\_\_\_\_

5. Quanto à infraestrutura educacional, é mais importante:

Ter grande número de cursos superiores no município

Ter melhor acesso à informação

Nota: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – RANKING DAS CIDADES POR SUBCRITÉRIO

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados Número de Jovens	Prioridade
Altamira	10379	4ª
Barcarena	10777	3ª
Paragominas	10072	5ª
Parauapebas	15392	2ª
Santarém	32218	1ª

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados Qnt de Engenheiros	Prioridade
Altamira	8	2ª
Barcarena	30	4ª
Paragominas	9	3ª
Parauapebas	133	5ª
Santarém	7	1ª

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados Demanda Profissional	Prioridade
Altamira	6,04	3ª
Barcarena	10,63	1ª
Paragominas	0,19	5ª
Parauapebas	7,97	2ª
Santarém	2,79	4ª

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados Parceria Tec Cient	Prioridade
Altamira	2131	3ª
Barcarena	1022	5ª
Paragominas	1411	4ª
Parauapebas	3302	2ª
Santarém	4413	1ª

Alternativas possíveis	1ª Etapa	2ª Etapa
	Dados do Acesso ao Município	Prioridade
Altamira	3	3ª
Barcarena	2	4ª
Paragominas	1	5ª
Parauapebas	4	2ª
Santarém	5	1ª

<b>Alternativas possíveis</b>	1ª Etapa	2ª Etapa
	<b>Dados Hospedagem</b>	<b>Prioridade</b>
Altamira	33	3ª
Barcarena	11	5ª
Paragominas	15	4ª
Parauapebas	35	2ª
Santarém	49	1ª

<b>Alternativas possíveis</b>	1ª Etapa	2ª Etapa
	<b>Dados Curso Superior</b>	<b>Prioridade</b>
Altamira	7	4ª
Barcarena	6	5ª
Paragominas	10	2ª
Parauapebas	9	3ª
Santarém	11	1ª

## APÊNDICE C – MATRIZES DE COMPARAÇÃO DAS CIDADES ALTERNATIVAS PARA CADA SUBCRITÉRIO

Número de Habitantes

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	1/3	2	1/3	1/7
Barcarena	3	1	3	1/2	1/5
Paragominas	1/2	1/3	1	1/4	1/8
Parauapebas	3	2	4	1	1/3
Santarém	6	5	7	3	1
Total	13,50	8,67	17,00	5,08	1,80

Quantidade de Engenheiros

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	3	2	8	1/2
Barcarena	1/3	1	1/4	5	1/5
Paragominas	1/2	4	1	7	1/3
Parauapebas	1/8	1/5	1/7	1	1/9
Santarém	2	5	3	9	1
Total	3,96	13,20	6,39	30,00	2,14

Demanda pelo Profissional

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	1/4	5	1/3	4
Barcarena	4	1	7	3	6
Paragominas	1/5	1/7	1	1/6	1/3
Parauapebas	3	1/3	6	1	5
Santarém	1/4	1/6	3	1/5	1
Total	8,45	1,89	22,00	4,70	16,33

Parceria Técnico Científica

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	4	3	1/3	1/5
Barcarena	1/4	1	1/2	1/6	1/8
Paragominas	1/3	2	1	1/5	1/7
Parauapebas	3	6	5	1	1/3
Santarém	5	8	7	3	1
Total	9,58	21,00	16,50	4,70	1,80

## Acesso ao Município

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	2	3	1/3	1/5
Barcarena	1/2	1	2	1/4	1/6
Paragominas	1/3	1/2	1	1/5	1/7
Parauapebas	3	4	5	1	1/2
Santarém	5	6	7	2	1
Total	9,83	13,50	18,00	3,78	2,01

## Hospedagem

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	3	2	1/2	1/4
Barcarena	1/3	1	1/2	1/4	1/7
Paragominas	1/2	2	1	1/3	1/6
Parauapebas	2	4	3	1	1/3
Santarém	4	7	6	3	1
Total	7,83	17,00	12,50	5,08	1,89

## Curso Superior

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	2	1/3	1/2	1/4
Barcarena	1/2	1	1/4	1/3	1/5
Paragominas	3	4	1	2	1/2
Parauapebas	2	3	1/2	1	1/3
Santarém	4	5	2	3	1
Total	10,50	15,00	4,08	6,83	2,28

## Acesso à Informação

	Altamira	Barcarena	Paragominas	Parauapebas	Santarém
Altamira	1	1/4	2	4	1/2
Barcarena	4	1	5	7	3
Paragominas	1/2	1/5	1	3	1/3
Parauapebas	1/4	1/7	1/3	1	1/5
Santarém	2	1/3	3	5	1
Total	7,75	1,93	11,33	20,00	5,03

## APÊNDICE D – MATRIZES DE COMPARAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS

### Número de Habitantes

	Quant de Jovens	Quant de Enge
Quant de Jovens	1	5
Quant de Enge	0	1
Total	1	6

### Quantidade de Indústria e Comércio

	Parceria Tec Cie	Demada Prof
Parceria Tec Cie	1	0
Demada Prof	4	1
Total	5	1

### Infraestrutura Física

	Acesso ao Mun	Hospedagem
Acesso ao Mun	1	4
Hospedagem	0	1
Total	1	5

### Infraestrutura Educacional

	Curso Sup	Acesso à Info
Curso Sup	1	2
Acesso à Info	3	1
Total	4	3

## ANEXO A - TABELA ÁREAS DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Área	Objetivo	Temas
Engenharia de Operações e Processos da Produção	Foca em projetar, operar e melhorar os sistemas que criam e entregam os produtos primários para a produção da empresa tanto de bens quanto de Serviços.	Gestão de Sistemas de Produção e Operações Planejamento, Programação e Controle da Produção Gestão da Manutenção Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais: organização industrial, layout/arranjo físico Processos Produtivos Discretos e Contínuos: procedimentos, métodos e sequências Engenharia de Métodos
Logística	Busca aplicar técnicas para o tratamento das várias questões que envolvem o transporte, a movimentação, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos, sempre objetivando a redução de custos, garantindo a disponibilidade do produto e o atendimento dos níveis de exigências dos clientes.	Gestão da Cadeia de Suprimentos Gestão de Estoques Projeto e Análise de Sistemas Logísticos Logística Empresarial Transporte e Distribuição Física Logística Reversa Logística de Defesa
Pesquisa Operacional	Almeja a resolução de problemas através de modelagem matemática e processamento desses modelos em computador. Geralmente tem uma abordagem	Modelagem, Simulação e Otimização Programação Matemática Processos Decisórios Processos Estocásticos

	multidisciplinar pois usa conceitos e métodos aplicados em outras áreas para a tomada de decisão ou resolução de um problema	Teoria dos Jogos Análise de Demanda Inteligência Computacional
Engenharia da Qualidade	Essa área planeja, projeta e controla sistemas de gestão da qualidade que considerem o gerenciamento por processos, para tal, ela faz uso de ferramentas de qualidade.	Gestão de Sistemas da Qualidade Planejamento e Controle da Qualidade Normalização, Auditoria e Certificação para a Qualidade Organização Metrológica da Qualidade Confiabilidade de Processos e Produtos
Engenharia de Produto	Faz uso de um conjunto de ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução envolvidas nas atividades estratégicas e operacionais de desenvolvimento de novos produtos, tendo o total conhecimento desde a concepção até o lançamento do produto e sua retirada do mercado.	Gestão do Desenvolvimento de Produto Processo de Desenvolvimento do Produto Planejamento e Projeto do Produto
Engenharia Organizacional	Conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional, as estratégias de produção, a gestão empreendedora, a propriedade	Gestão Estratégica e Organizacional Gestão de Projetos Gestão do Desempenho Organizacional Gestão da Informação Redes de Empresas

	intelectual, a avaliação de desempenho organizacional, os sistemas de informação e sua gestão e os arranjos produtivos.	Gestão da Inovação Gestão da Tecnologia Gestão do Conhecimento
Engenharia Econômica	Uso de ferramentas para a formulação, estimação e avaliação de fatores econômicos para a avaliação e posterior tomada de decisão. Ela faz uso de diversos indicadores e técnicas matemáticas que facilitam a comparação econômica.	Gestão Econômica Gestão de Custos Gestão de Investimentos Gestão de Riscos
Engenharia do Trabalho	Projeto, aperfeiçoamento, implantação e avaliação de tarefas, sistemas de trabalho, produtos, ambientes e sistemas para fazê-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preservando a saúde e integridade física. Seus conhecimentos são usados na compreensão das interações entre os humanos e outros elementos de um sistema. Pode-se também afirmar que esta área trata da tecnologia da interface máquina - ambiente - homem – organização.	Projeto e Organização do Trabalho Ergonomia Sistemas de Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho
Engenharia da Sustentabilidade	Planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos	Gestão Ambiental Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação Gestão de Recursos

	resíduos e efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social.	Naturais e Energéticos Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais Produção mais Limpa e Ecoeficiência Responsabilidade Social Desenvolvimento Sustentável
Educação em Engenharia de Produção	Busca treinar novos profissionais de engenharia de produção e áreas afim.	Estudo da Formação do Engenheiro de Produção Estudo do Desenvolvimento e Aplicação da Pesquisa e da Extensão em Engenharia de Produção Estudo da Ética e da Prática Profissional em Engenharia de Produção Práticas Pedagógicas e Avaliação Processo de Ensino-Aprendizagem em Engenharia de Produção Gestão e Avaliação de Sistemas Educacionais de Cursos de Engenharia de Produção

**ANEXO B – TABELA DADOS REFERENTE A QUANTIDADE DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇO.**

<b>Cidade</b>	<b>Unidade de empresas</b>
Abaetetuba	1084
Abel Figueiredo	68
Acará	172
Afuá	69
Água Azul do Norte	79
Alenquer	308
Almeirim	393
Altamira	2131
Anajás	57
Ananindeua	4250
Anapu	157
Augusto Corrêa	168
Aurora do Pará	75
Aveiro	36
Bagre	33
Baião	71
Bannach	19
Barcarena	1022
Belém	18763
Belterra	56
Benevides	627
Bom Jesus do Tocantins	149
Bonito	41
Bragança	839
Brasil Novo	142
Brejo Grande do Araguaia	51
Breu Branco	265
Breves	498
Bujaru	61
Cachoeira do Piriá	46
Cachoeira do Arari	52
Cametá	320
Canaã dos Carajás	1042
Capanema	836
Capitão Poço	375
Castanhal	2597
Chaves	21
Colares	36
Conceição do Araguaia	506
Concórdia do Pará	144
Cumarú do Norte	54

Curionópolis	188
Currálinho	54
Curuá	30
Curuçá	178
Dom Eliseu	574
Eldorado do Carajás	288
Faro	29
Floresta do Araguaia	105
Garrafão do Norte	88
Goianésia do Pará	268
Gurupá	64
Igarapé-Açu	259
Igarapé-Miri	311
Inhangapi	40
Ipixuna do Pará	159
Irituia	85
Itaituba	1643
Itupiranga	223
Jacareacanga	64
Jacundá	396
Juruti	341
Limoeiro do Ajuru	59
Mãe do Rio	278
Magalhães Barata	36
Marabá	3523
Maracanã	73
Marapanim	81
Marituba	775
Medicilândia	88
Melgaço	39
Mocajuba	85
Moju	418
Mojuí dos Campos	61
Monte Alegre	301
Muaná	74
Nova Esperança do Piriá	61
Nova Ipixuna	74
Nova Timboteua	59
Novo Progresso	651
Novo Repartimento	424
Óbidos	426
Oeiras do Pará	82
Oriximiná	439
Ourém	84
Ourilândia do Norte	334

Pacajá	135
Palestina do Pará	32
Paragominas	1411
Parauapebas	3302
Pau d'Arco	51
Peixe-Boi	27
Piçarra	89
Placas	103
Ponta de Pedras	174
Portel	374
Porto de Moz	125
Prainha	105
Primavera	62
Quatipuru	34
Redenção	1488
Rio Maria	202
Rondon do Pará	535
Rurópolis	220
Salinópolis	395
Salvaterra	132
Santa Bárbara do Pará	109
Santa Cruz do Arari	15
Santa Izabel do Pará	408
Santa Luzia do Pará	90
Santa Maria das Barreiras	113
Santa Maria do Pará	188
Santana do Araguaia	402
Santarém	4413
Santarém Novo	13
Santo Antônio do Tauá	163
São Caetano de Odivelas	94
São Domingos do Araguaia	194
São Domingos do Capim	121
São Félix do Xingu	557
São Francisco do Pará	77
São Geraldo do Araguaia	234
São João da Ponta	11
São João de Pirabas	80
São João do Araguaia	47
São Miguel do Guamá	452
São Sebastião da Boa Vista	79
Sapucaia	33
Senador José Porfírio	46
Soure	187
Tailândia	684

Terra Alta	49
Terra Santa	144
Tomé-Açu	625
Tracuateua	84
Trairão	121
Tucumã	483
Tucuruí	847
Ulianópolis	234
Uruará	320
Vigia	322
Viseu	115
Vitória do Xingu	153
Xinguara	689

Fonte: IBGE

Cadastro Central de Empresas  
2014. Rio de Janeiro: IBGE



Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção  
Tv. Enéas Pinheiro, nº 2626 - Marco  
CEP: 66095-100 Belém - PA  
[www.uepa.br](http://www.uepa.br)