

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA AGROINDÚSTRIA DE AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ

DEBORAH PORTO DE ALMEIDA CARDOSO (UNIFAMAZ)

deborahporto2008@hotmail.com

Maykon Willames da Silva Pereira (UNIFAMAZ)

maykon.eng.prod@outlook.com

Marcus Vinicius Rescinho Macambira (UNIFAMAZ)

marcus.rescinho@outlook.com

ADLER DE OLIVEIRA JASTO (UNIFAMAZ)

adleroliveriajasto@gmail.com

Ruy Gomes da Silva (UNIFAMAZ)

ruyrugs@gmail.com



O presente artigo tem como objetivo definir a localização de uma agroindústria de polpa de açaí no estado do Pará de forma a potencializar a escolha do local avaliando diversos fatores locacionais, para isto, utilizou-se um método quantitativo (método do

Palavras-chave: Localização, Agroindústria, Açaí, Centro de Gravidade.

1. Introdução

O açázero (*Euterpe Oleracea* Mart.) é uma palmeira tropical nativa da Amazônia. Seus frutos são utilizados na produção da polpa de açaí, um alimento muito consumido pela população regional, além de cremes, sorvetes e outros alimentos. O consumo do açaí não para de crescer, cerca de 15% ao ano, de acordo com o Embrapa, com isso, a produção também cresce e uma grande porcentagem do fruto é comercializado nacionalmente para outros estados e internacionalmente.

Por esse motivo, o fruto açaí precisa de certos cuidados desde a retirada até a comercialização, sendo que, entre estes, há o transporte, o armazenamento, e o tratamento do fruto na produção, que são de grande importância para que este não perca sua qualidade.

A necessidade de uma fábrica é nitida, já que os municípios que mais produzem o fruto estão distantes, em um melhor ponto estratégico. A decisão de localização requer estudos de viabilidade que possibilite maior retorno para o investimento de uma empresa (SIQUEIRA e CALEGARIO, 2012). Segundo Slack et al. (2002), as decisões de localização das organizações devem ser baseadas no equilíbrio entre o lucro e os custos inerentes a localização da instalação junto com o serviço prestado.

Neste contexto de grande competitividade, o fruto açaí deve ter certos cuidados desde a retirada até a comercialização para que não perca sua qualidade, e um dos problemas está no armazenamento antes da comercialização, sendo necessário uma indústria em local estratégico.

Logo, o objetivo central deste trabalho consiste na análise do local da instalação de uma indústria de açaí a partir do Centro de Gravidade e da ponderação qualitativa levando em consideração os custos do local e custos com transportes.

O seguinte trabalho apresenta como foco principal a pesquisa explorativa, que, de acordo com Vergara (2004), se trata de um estudo a qual a área não possui conhecimento acumulado significativo e Raupp e Beuren (2006) trata a mesma, como uma busca por maior clareza e familiaridade com a área, por base de ampliação de conhecimento por questões importantes na condução dos estudos.

2. Referencial Teórico

Neste segmento apresenta-se o embasamento teórico essencial para desenvolver o presente estudo, no qual são levantados os principais conceitos sobre o fruto em estudo (açai), localização e o método Centro de Gravidade.

2. 1. Açai

O açazeiro é uma palmeira cujo fruto é o açai, espécie nativa da Amazônia, que se encontra frequentemente em terrenos de várzea, na foz dos rios Tocantins, Pará e Amazonas. O açai, até o final do século XX, era considerado um produto da alimentação básica das populações ribeirinhas e das camadas de baixa renda. A manufatura do açai era, até então, majoritariamente extrativista, objetivando o consumo doméstico, com pouca venda de excedente (SANTANA et al. 2006).

A produção extrativista, entretanto, não conseguiu seguir o aumento da demanda, de forma que o crescimento do mercado de polpa do fruto de açai tem induzido o plantio em terra firme (Homma et al. 2006) e a implantação de plantas industriais para realizar o processamento, ou as agroindústrias existentes introduziram o açai na linha de produção, visando atender os mercados externo e interno (SANTANA et al. 2006).

O mercado de polpa de açai vem se expandindo, especialmente, devido ao progressivo interesse dos consumidores das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Segundo a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), de 2015 para 2016, a produção agrícola nacional de açai aumentou de 1,0 milhão de toneladas para 1,1 milhão. Essa é a primeira vez que o IBGE investiga a cultura de açai no âmbito da agricultura. Segundo o IBGE, o estado com maior índice de produção foi o Pará, com 98,3% do total nacional.

Com isso, torna-se necessário uma pesquisa de localização para implantações de indústrias a ponto de atender uma maior demanda.

2. 2. Localização

Na área de negócios, é muito comum o reconhecimento de problemas de localização de fábricas, armazéns, centros de distribuição, entre outros (LACHTERMACHER, 2009, p. 180). Segundo Ballou (2006), localizar instalações ao longo da rede da cadeia de suprimentos é um importante problema de decisão que dá forma, estrutura e contornos ao conjunto completo dessa cadeia, definindo as alternativas usadas para operar o sistema, além dos custos e níveis de investimentos a elas associados.

Os primeiros estudos sobre problemas de localização surgiram no século XX. O primeiro modelo de localização industrial foi proposto por Alfred Weber. Seu estudo considerou o plano cartesiano na modelagem do problema e dominou por muitos anos a literatura (SELLITTO et al., 2015; PINEDO e ABREU, 2011).

Saber onde melhor localizar uma instalação envolve uma questão estratégica de longo prazo. O seu investimento econômico pode influenciar em todas as demais decisões da cadeia de suprimentos de uma empresa, ou seja, a decisão não se torna apenas uma questão econômica, mas também de sobrevivência da empresa (PAMPLONA et al., 2014).

A escolha por uma localização para as instalações pode envolver variados aspectos, como custos de transporte, impostos e incentivos, potencial de mercado, qualidade de vida, acesso à infraestrutura de transporte, infraestrutura local de serviços, custo de espaço e disponibilidade para expansão (CORRÊA e CORRÊA, 2005).

Ballou (2006) enfatiza que os impedimentos na busca por localizações estratégicas das instalações, a partir de um conjunto de locais possíveis, deixaram de ser envolvidas apenas através de métodos Heurísticos e passaram a ter importância quantitativa. Desse modo, o propósito é obter uma solução que melhore o relacionamento com os clientes através da qualidade e reduza os custos de instalação e transporte.

Segundo Daskin (1995), os problemas de localização de facilidades tratam de decisões sobre onde devem ser localizadas facilidades, considerando clientes que podem ser servidos de forma a potencializar um certo critério. Esse critério pode ser, dentre vários, a menor distância entre a base da empresa e os locais de atendimento, esta pode ser medida utilizando o Centro de Gravidade.

2. 3. Método Centro de Gravidade

Um dos modelos para resolver problemas de localização de instalação é pela abordagem do centro de gravidade. Este método avalia a demanda existente, o volume de bens ou serviços e os custos de transportes, de forma que minimize a soma do volume em um ponto multiplicando pela tarifa de transporte para o ponto multiplicado pela distância até o ponto (BALLOU, 2006).

O método do centro de gravidade é um método quantitativo. Também conhecido como método de centroide, esse método é um pouco mais intrincado, mas também é mais realista

diante da real situação que as organizações enfrentam na localização de facilidades.(SLACK et al., 2002).

Segundo Bowersox e Closs (2001), o método Centro de Gravidade é uma técnica analítica utilizada em problemas de localização para localizar uma instalação no centro de gravidade, podendo esse ser o centro de peso, o centro de distância, o centro combinado de peso-distância ou ainda o centro combinado de peso-tempo-distância em uma dada região de atuação, para selecionar a alternativa de menor custo.

Hoover (1957) apud Ballou (2006) mostrou que as taxas de transporte diminuem como aumento das distâncias. Ao buscar a redução das taxas de transporte, uma instalação estabelecida entre uma fonte de matérias-primas e um ponto de mercado obterá um custo mínimo de transporte em um destes dois pontos.

2.4. Ponderação Qualitativa

O método qualitativo que foi utilizado como aperfeiçoamento ao método quantitativo foi a ponderação qualitativa. A ponderação qualitativa foi utilizada após ser encontrado alguns locais viáveis, utilizado na ponderação quantitativa, para determinar quais destes locais seria então mais fácil e melhor. Neste modelo, necessita-se considerar alguns fatores importantes (DILWORTH, 2000).

Basicamente, este método consiste em julgar uma série de fatores que são relevantes para a decisão de localização, no qual cada alternativa recebe uma nota numérica ou peso, que é decidida de acordo com sua importância, e então soma-se as notas e a que obtiver a maior nota é que será escolhida.

3. Metodologia

A metodologia aplicada neste trabalho baseia-se como uma pesquisa exploratória que de acordo com Gil (1999) o principal objetivo desse tipo de pesquisa é buscar desenvolver, esclarecer e transformar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas com maior precisão ou hipóteses que podem vir a ser usadas para estudos posteriores e para Raupp e Beuren (2008) a mesma busca conhecer com maior profundidade o assunto, de modo a proporcionar maior clareza e familiaridade com o tema estudado ou construir questões importantes para a condução da pesquisa.

Segundo Mattar (2001), os métodos mais comuns utilizados em uma pesquisa exploratória são extensos e versáteis. Os métodos empregados podem compreender levantamentos em fontes secundárias, análise de experiências passadas, estudos de casos a cerca do tema pesquisado e também observação informal.

Todas as informações contidas neste trabalho foram colhidas mediante pesquisas bibliográficas que, segundo Marconi e Lakatos (2007), é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados capazes de fornecer dados relevantes para o tema. Possibilitando, dessa forma, reconhecer e estudar os principais conceitos relacionados à decisão de localização de instalações. Feito toda essa análise e pesquisa possibilitou limitar as alternativas de localização da indústria. O método quantitativo utilizado para a determinação da localização das instalações neste estudo foi o do Centro de Gravidade e o método qualitativo foi a Ponderação Qualitativa, ambos escolhidos devido à facilidade de efetivação. A partir disso, realizou-se uma análise dos resultados obtidos através dos métodos, visando concluir sobre a localização adequada para a indústria em questão.

4. Resultados e discussões

A escolha do local mais apropriado para uma agroindústria, tem em vista uma boa rota para distribuir e aderir produtos e insumos, assim reduzindo os custos de transportes e colaborando com uma melhor logística. De acordo com Porter (1999) um dos princípios primordiais para a competitividade de uma organização é a proximidade aos insumos necessários para a produção assim como o escoamento da produção para o cliente. Neste caso, Iremos estabelecer o princípio que o custo de frete no estado do Pará é conforme a distância percorrida e também por um valor fixo para cada quilômetro-rodado, quilômetro-litro e volume das cargas transportadas, tendo em vista que o fruto do açaí é vendido em caixotes e assim planejar o uso de dois modais, fluvial e terrestre. No entanto, como o propósito deste trabalho é estipular a melhor localização que pretenda reduzir o valor de transporte, não afetará na decisão estratégica da localização, considerando somente os volumes e distâncias para a rede definida.

Nos últimos anos observa-se o crescimento do consumo de açaí nas grandes capitais do Brasil, levando isto em consideração, verifica-se que o estado do Pará é o maior produtor nacional do fruto segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística) como mostra na tabela 1:

Tabela 1 - Produção nacional de açaí em 2016

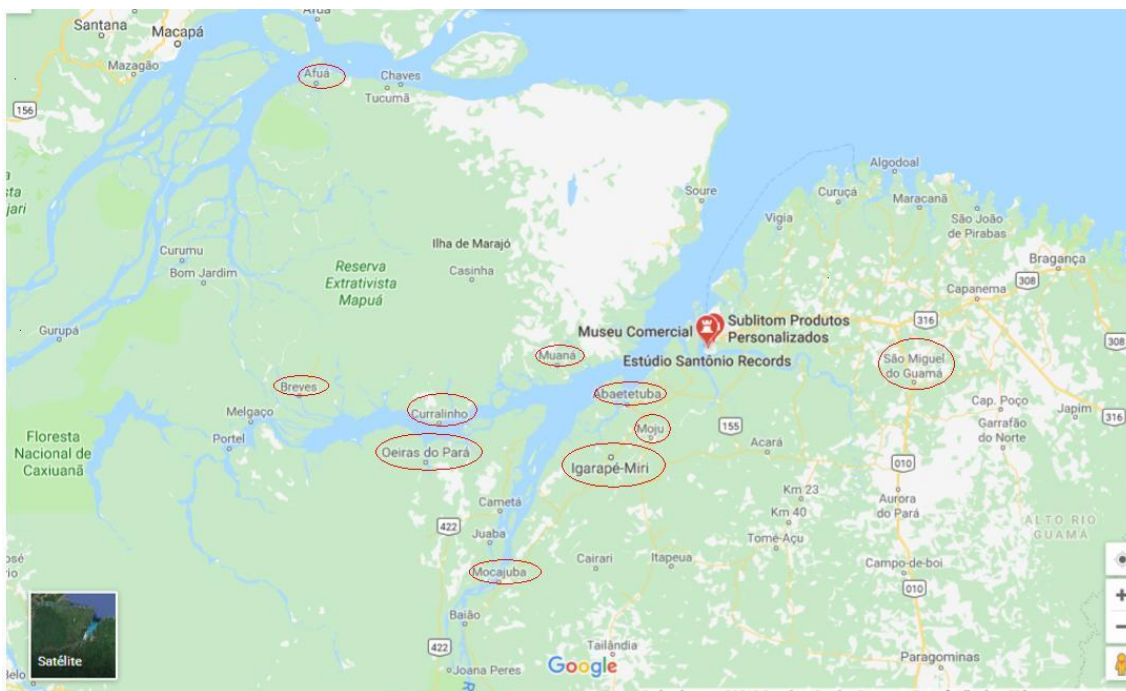
Estados	Produção em toneladas
Pará	131.836
Amazonas	57.572
Maranhão	17.508
Acre	4.559
Amapá	2.627
Rondônia	1.605

Fonte: IBGE (2016)

Na tabela 1 é possível verificar a produção em toneladas dentro de um ano nos estados brasileiros, sendo os seis que mais produzem.

No primeiro instante, levanta-se os principais municípios produtores do fruto de açaí no estado do Pará. A figura 1 abaixo mostra os produtores do fruto de açaí.

Figura 1 – Maiores produtores do fruto de açaí no estado do Pará



Fonte: Autores (2019)

Nesta região, ainda existe outras cidades pequenas que não aparecem no mapa, no entanto, tem alta capacidade produtiva do fruto. Abaixo, listamos todos os municípios que se destacam na produção do açaí.

Tabela 2 - Municípios com maior produção de açaí no estado do Pará

Municípios	Produção em toneladas
Afuá	8.250
Anajás	1.150
Barcarena	1.300
Breves	1.420
Cachoeira do Arari	1.580
Curralinho	1.100
Igarapé-Miri	4.100
Inhangapi	6.400
Limoeiro do Ajuru	35.000
Magalhães Barata	3.400
Marapanim	1.920
Mocajuba	7.800
Muaná	6.348
Oeiras do Pará	23.800
Pontas de pedras	5.348
São Domingos do Capim	3.400
São Miguel do Guamá	3.800
São Sebastião da Boa Vista	5.168
Total	121.284

Fonte: IBGE (2016)

Com o auxílio Google Maps e planilhas do Microsoft Excel, vamos determinar as coordenadas (X,Y) onde X (longitude) e Y (latitude) no plano cartesiano, para cada cidade produtora do fruto do açaí, e produção anual em toneladas no ano de 2016 chamado de Vi, segue a tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Latitude e Longitude das cidades produtoras de açaí

Municípios	Latitude X	Longitude Y
Afuá	924	502312
Anajás	5912	495624
Barcarena	13021	483733

Breves	14056	502849
Cachoeira do Arari	10041	485748
Curralinho	14849	494743
Igarapé-Miri	15837	485734
Inhangapi	12547	475511
Limoeiro do Ajuru	15353	492327
Magalhães Barata	4738	473555
Marapanim	4303	474159
Mocajuba	23503	493026
Muaná	13142	491300
Oeiras do Pará	20011	495116
Pontas de pedras	12325	485216
São Domingos do Capim	14027	474616
São Miguel do Guamá	13736	472900
São Sebastião da Boa Vista	14303	493227

Fonte: Autores (2019)

Aplicado o método do centro de gravidade para indicar a localização mais apropriada para as instalações do agro indústria, fundamentando-se nas coordenada (X, Y) de acordo com Ritzman e Krajewski (2004) que diz que o método é explicitado por uma técnica que identifica a localização baseando-se pelas coordenadas X e Y a partir dos valores relevantes para o cálculo que será a produção em toneladas (Vi). As fórmulas utilizadas são:

$$X = \frac{\sum X_i \cdot V_i}{\sum V_i}; \quad Y = \frac{\sum Y_i \cdot V_i}{\sum V_i}$$

Diante disso, o Método do Centro foi aplicado utilizando o software *Excel* para definição das coordenadas X e Y. A produção anual Vi do fruto de açaí em 2016. Em cada município. Segue a tabela 4 abaixo:

Tabela 4 -Aplicação do método do centro de gravidade

Municípios	Produção em toneladas (Vi)	Latitude X	Longitude Y	Xi*Vi	Yi*Vi
Afuá	8.250	00°09'24"S	50°23'12"	7623000	4144074000
Anajás	1.150	00°59'12"	49°56'24"	6798800	569967600
Barcarena	1.300	01°30'21"	48°37'33"	16927300	628852900
Breves	1.420	01°40'56"	50°28'49"	19959520	714045580
Cachoeira do Arari	1.580	01°00'41"	48°57'48"	15864780	767481840
Curralinho	1.100	01°48'49"	49°47'43"	16333900	544217300
Igarapé-Miri	4.100	01°58'37"	48°57'34"	64931700	1991509400
Inhangapi	6.400	01°25'47"	47°55'11"	80300800	3043270400
Limoeiro do Ajuru	35.000	01°53'53"	49°23'27"	537355000	17231445000

Magalhães Barata	3.400	00°47'38"	47°35'55"	16109200	1610087000
Marapanim	1.920	00°43'03"	47°41'59"	8261760	910385280
Mocajuba	7.800	02°35'03"	49°30'26"	183323400	3845602800
Muaná	6.348	01°31'42"	49°13'00"	83425416	3118772400
Oeiras do Pará	23.800	02°00'11"	49°51'16"	476261800	11783760800
Pontas de pedras	5.348	01°23'25"	48°52'16"	65914100	2594935168
São Domingos do Capim	3.400	01°40'27"	47°46'16"	47691800	1613694400
São Miguel do Guamá	3.800	01°37'36"	47°29'00"	52196800	1797020000
São Sebastião da Boa Vista	5.168	01°43'03"	49°32'27"	73917904	2548997136
Total	121.284	222.628	8.771.696	1.773.196.980	59.458.119.004
				14620,2053	490238,7702

Fonte: Autores (2019)

Os resultados encontrados para X e Y, são:

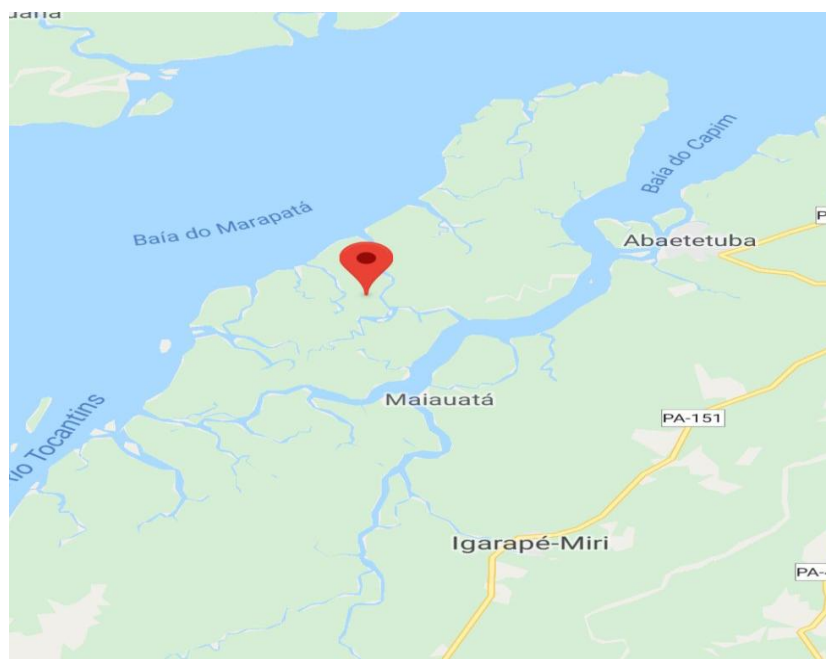
Tabela 5 - Coordenadas obtidas pelo método de Centro de Gravidade

$X = (\sum X_i * V_i) / \sum V_i$	01°46'20"
$Y = (\sum Y_i * V_i) / \sum V_i$	49°02'38"

Fonte: Autores (2019)

Com o auxílio da do programa Google Maps, foi atribuído as coordenadas encontradas com o método do centro de gravidade, assim obtendo a seguinte localização, de acordo com a ferramenta utilizada. Segue na figura 2 abaixo.

Figuras 2 - Coordenadas encontradas



Fonte: Google Maps (2019)

O método do centro de gravidade indicou uma provável região para uma provável instalação, próximo a localidade encontrada, estão situados os municípios de Igarapé-miri, Abaetetuba e Moju Para poder chegar a uma avaliação contundente, para trazer benefícios físicos econômicas como a logística, iremos utilizar a ponderação qualitativa entre os municípios situado na região em torno da localização. Os fatores como rotas de distribuição da produção, fornecimento de água e energia, IDH (índice de desenvolvimento humano) em torno da fábrica entre outros, os fatores serão analisados seus pesos e notas serão discutidas em formas de *brainstorming* (tempestade de ideias) as notas e pesos foram distribuídos de 0 a 5.

Tabela 6 – Aplicação do método de ponderação qualitativa

Fator	Peso	Abaetetuba		Igarapé-Miri		Moju	
		Nota	Peso*Nota	Nota	Peso*Nota	Nota	Peso*Nota
IDH	3	5	15	4	12	4	12
Energia e Água	5	4	20	3	15	3	15
Esgoto	4	4	16	3	12	3	12
Vias de acesso	5	4	20	3	15	3	15
Impostos	5	3	15	3	15	3	15
Mão de Obra	4	4	16	3	12	3	12

Fonte: Autores (2019)

Com a ponderação qualitativa, a cidade Abaetetuba obteve os maiores pesos e pontuações. Assim, foi determinado como a cidade onde será estabelecida a indústria, com modo qualitativo e quantitativo de localização, foi possível indicar o melhor município no estado do Pará para receber a infraestrutura necessária para a implantação do agronegócio.

5. Considerações finais

Este trabalho tem como objetivo um estudo de fácil entendimento de implantação de uma fábrica de polpa de açaí e assim propor a melhor localização possível para as instalações necessárias no estado Pará, tendo em vista que a região tem alta capacidade produtiva do fruto.

Foi constatado que a melhor localização de uma organização tem um grande impacto, de acordo com levantamentos teóricos apresentados neste trabalho esses fatores implicam diretamente e indiretamente com o sucesso da mesma, como os custos de transportes entre outros, com a visão de ter a maior arrecadação possível de lucro.

Com os estudos realizados a melhor cidade para a implantação da agroindústria foi o município de Abaetetuba, tendo proximidades do centro de gravidade e sua ponderação obteve as maiores notas de infraestruturas necessárias para a implantação deste projeto.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. São Paulo: Bookman, 2006.3

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 2005.

DASKIN, M. S. (1995). Rede e localização discreta - modelos, algoritmos e aplicações. John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1995.

DILWORTH, James B. Operations Management: Providing Value in Goods and Services. Fort Worth: Harcourt Inc., 2000.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Governo, Governo do Estado do Pará: <<http://www.parasustentavel.pa.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/Abaetetuba.pdf>> acessos em 02 de setembro de 2018.

Governo, Governo do Estado do Pará: <<http://www.parasustentavel.pa.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/Igarape%CC%81-Miri.pdf>> acessos em 02 de setembro de 2018.

Governo, Governo do Estado do Pará: <http://www.parasustentavel.pa.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/Moju.pdf> acessos em 02 de setembro de 2018.

HOMMA AKO, Nogueira OL, Menezes AJEA de, Carvalho JEU de, Nicoli CML & Matos GB de (2006) Açaf: novos desafios e tendências. Amazônia: Ciência&Desenvolvimento, 1:7-23.

HOOVER E. M. Location Theory and the Shoe and Leather Industries. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1957.

LACHTERMACHER, G. Pesquisa Operacional na tomada de decisões. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

PAMPLONA, D. A.; DE CASTRO FORTES, J. L.; ALVES, C. J. P. Consolidação de instalações de manutenção aeronáutica pela utilização do Método do Centro de Gravidade. Scientia Plena, v. 10, n. 9, 2014.

PINEDO, K.; ABREU, Y. Determinação de pontos ótimos para localização e implantação de usinas de biodiesel no estado do Tocantins. Produção Online, v.11, n.4, p.1160-1181, 2011.

PORTER, Michael E. Competição: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

RAUPP, F.M.; **BEUREN**, I.M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In. **BEUREN**, I.M. (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2006. Cap.3, p.76-97.

RITZMAN, L. P.; **KRAJEWSKI**, L. J. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SANTANA, A. C. de; **CARVALHO**, D. F.; **MENDES**, F.A.T. Organização e competitividade das empresas de polpa de frutas do estado do Pará: 1995-2004. Belém: UNAMA; SUPES; FIDESIA, 2006. (Relatório de Pesquisa).

SELLITTO, M. A.; **OLIVEIRA**, L.; **PEREIRA**, G. M.; **BORCHARDT**, M. Localizações de bases de assistência técnica de um prestador de serviços de manutenção de bombas de combustível. Produção Online. vol .15, n.1, p. 2-20. 2015.

SIQUEIRA, P. H. L.; **CALEGARIO**, C. L. L. Determinantes da localização das plantas do setor sucroalcooleiro no estado de Goiás. Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

SLACK, N.; **CHAMBERS**, S.; **JOHNSTON**, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.

VERGARA, S. C. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2004.