

LOCALIZAÇÃO ÓTIMA DE NOVAS INDÚSTRIAS DE BRIQUETE NO ESTADO DE MATO GROSSO

Danieli Artuzi Pes¹

Keile Costa Pereira²

Eduardo Mazarino Luciano³

Josiane de Oliveira⁴

Resumo: Atualmente existe uma preocupação mundial para que haja maior utilização de fonte de energia limpa. O briquete surge como alternativa, pois é uma lenha ecológica (reciclada), resultado do processo de secagem e prensagem de serragem ou pó dos mais diversos tipos de madeira, superando com vantagens a lenha, o gás natural e GLP em todos os segmentos que necessitam gerar energia. O trabalho objetiva determinar a localização ótima para a implantação de uma indústria de briquetes no estado de Mato Grosso. O modelo baseia-se na Teoria da Localização, proposto por Weber em 1929. Para resolver o problema da localização economicamente ótima das indústrias de briquete no estado de Mato Grosso utilizou-se a Programação Linear Inteira, por meio de uma variação do modelo de transporte original. Com base na minimização dos custos de transportes a melhor localização seria no município de Marcelândia por apresentar o menor custo de transporte. Contudo, observa-se que a cidade de Marcelândia não possui um centro de negócios expressivo comparável à cidade de Sinop, que aparece como segunda opção ótima para instalação da fábrica de briquetes no modelo. Diante deste cenário, constatou-se que a cidade mais apropriada para a instalação da indústria de briquetes seria Sinop.

Palavras-Chaves: Briquete, Teoria da Localização, Programação Linear Inteira.

Abstract: Currently there is a worldwide concern for greater use of clean energy source. The briquette is an alternative because it is an environmentally friendly wood (recycled), the result of the process of drying and pressing sawdust or powder of various types of wood, surpassing advantages with wood, natural gas and LPG in all segments requiring generate energy. The study aims to determine the optimum location for the deployment of a briquette industry in the state of Mato Grosso. The model is based on the Theory of Location, proposed by Weber in 1929. To solve the problem of economically optimal location of industries briquette in Mato Grosso was used Integer Linear Programming by means of a variation of the original transport model. Based on the minimization of transport costs would be the best location in the city of Marcelândia due to the lower shipping cost. However, it is noted that the city of Marcelândia not have a significant business center comparable to the city of Sinop, which appears as the second great option for factory installation of briquettes in the model. Given this scenario, it was found that the city more suitable for the installation industry briquettes would Sinop.

Keywords: Briquettes, Theory of Location, Integer Linear Programming.

¹ Administradora e Mestre em Agronegócios e Desenvolvimento Regional pelo Departamento de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: dani.backes@hotmail.com.

² E-mail: keiledigital@hotmail.com.

³ E-mail: ed.economia@hotmail.com.

⁴ E-mail: josiane@cpd.ufmt.br.

1. INTRODUÇÃO

A biomassa é, em sua maioria, usada para gerar calor, mas também pode ser usada na geração de eletricidade. Hoje existe uma preocupação mundial com a melhor utilização da biomassa, uma fonte de energia limpa. O Brasil está acordando para a potencialidade da biomassa. O que diferencia os países hoje é a energia, e o Brasil é um país extremamente rico neste campo.

Cerca de 10% da energia produzida hoje no Brasil é proveniente da biomassa, gerada pela queima de produtos orgânicos. Ela já é a terceira principal fonte de energia no país, ficando atrás apenas do petróleo e da energia hidrelétrica (BIOMAX, 2010).

No Estado de Mato Grosso a utilização da biomassa para fins energéticos encontra-se muito aquém das reais possibilidades que estes produtos podem trazer de benefícios à matriz energética do estado. Em razão do considerável potencial energético desses resíduos, acredita-se que um entendimento comercial entre as empresas produtoras e empresas consumidoras desses produtos, assim como medidas de estímulo e fomento por parte do Governo Estadual propiciariam consideráveis ganhos econômicos a ambas as partes, principalmente ao Estado. Este seria duplamente beneficiado tendo em vista a substituição de combustíveis importados e a eliminação da queima dos resíduos poluentes, os quais apresentam como principal consequência os problemas de saúde da população residente nas proximidades.

O briquete é uma lenha ecológica (reciclada) resultado do processo de secagem e prensagem de serragem ou pó dos mais diversos tipos de madeira substituindo com inúmeras vantagens a lenha convencional na sua totalidade (GONÇALVES, 2009).

Este produto deriva da técnica de briquetagem, que é o resultado da aplicação da pressão sobre a massa dentro das cavidades da prensa de cilindros giratórios. Este último é o equipamento mais utilizado pelas indústrias mundiais bem como nacionais de briquetes por ser mais adequado a altas produções (GONÇALVES, 2009).

Sua produção em escalas comerciais no Brasil inicia-se em meados da década 1980, quando encontrou espaço no mercado energético ao substituir as demais fontes de energia, principalmente em pizzarias e padarias.

O mercado de briquete está em amplo crescimento energético devido aos altos preços dos combustíveis fósseis. Ao substituir a lenha por briquete, os consumidores de

energia estão alcançando muito mais eficácia na geração de energia através da Biomassa e colaborando com a preservação natural.

O alto poder calorífico torna o briquete ideal para uso em caldeiras industriais (tinturaria, lavanderia, abatedouros, recauchutagem, indústrias, frigoríficos, cerâmicas) aquecedores de água (hotéis, motéis, piscinas...), secadores e torradores (milho, soja, café, farinha...) churrasqueiras, fornos de padarias e pizzarias, lareiras e outros.

Em todos os segmentos que necessitam gerar calor, o briquete supera com vantagens a lenha, o gás natural e GLP. De acordo com o administrador da empresa Sol Briquet's, a energia gerada pelo eucalipto tem eficiência energética de 75% e custo líquido por ton./vapor de R\$ 26,00. A lenha nativa do cerrado possui eficiência de caldeira de 75% e custo líquido por ton./vapor de R\$ 24,55. O briquete, por sua vez, apresenta eficiência energética na caldeira de 80% e custo líquido por ton./vapor de R\$ 20,49.

Outros aspectos positivos na utilização do briquete podem ser elencados: a) maior poder calorífico; b) feito de serragem prensada; c) produto ecologicamente correto; d) não prejudica a natureza; e) menos quantidade de cinza em comparação a lenha; f) não produz fuligem; g) manuseio fácil e prático; h) pode ser armazenado em sacos de ráfia padronizados e também em Big Bag; i) possui umidade de 11,5% e poder calorífico de 4930 kg/caloria.

Os principais fornecedores de matéria prima são as indústrias madeireiras. A produção de briquete ajuda a diminuir o passivo ambiental representado por montes antigos de serragem das mesmas, de uma forma nobre, sem a mera queima ao ar livre, que é atualmente proibida pelos órgãos de fiscalização ambiental.

No estado de Mato Grosso, municípios situados na região norte do estado tem como uma de suas principais atividades econômicas a extração de madeira nativa. Dentre esses municípios, que se destacam no cenário exploratório da madeira, podemos citar os municípios de Sinop, Marcelândia e Itaúba.

Além da reciclagem do papel, do plástico, do alumínio, do vidro, a técnica da briquetagem também proporciona a reciclagem dos resíduos da madeira. A serragem que fica armazenada em grandes quantidades é seca e depois compactada assim formando o que chamamos de briquete (QUIRINO, 2009).

Pode-se perceber o desafio colocado para a viabilidade financeira de empresas que trabalham com produtos “ecologicamente corretos”, ao enfrentarem desafios do mercado real e concorrência com outras opções existentes no mesmo.

Em Mato Grosso três empresas fabricam o briquete. São elas: Briquetes Alto da Glória, SOL BRIKET's e a BRINOP. Elas produzem 4.300 ton/mês de briquete, consumindo 6.433 ton/mês de resíduos. Como suporte à atividade, existe uma cooperativa de 60 caminhoneiros COOTRANOP – Cooperativa de Transportadores de SINOP que atua no recolhimento de resíduos, com uma produtividade de 400 ton/mês.

O destino do produto fabricado em Mato Grosso são as caldeiras das esmagadoras de soja, adaptadas para a utilização de briquetes. Isso exige novas e modernas plantas que já tenham sido construídas com base nas regulamentações ambientais vigentes, ou requer instalações que tenham passado por reformas que condicionem o uso de material ecologicamente correto.

Dessa forma, os consumidores potenciais de briquete no estado são as esmagadoras Archer Daniels Midland (ADM), Bunge e Cargill, situadas nos municípios de Rondonópolis, Nova Mutum e Primavera do Leste. A multinacional ADM tem instalada em Rondonópolis a maior esmagadora da empresa, com capacidade de esmagamento de 1,6 milhões ton./ano (PAULO, 2010).

Já a Bunge, depois de instalar em Rondonópolis a maior fábrica da empresa, com capacidade para esmagar 960 mil ton./ano, inaugurou em Nova Mutum a segunda maior planta do Brasil (BUNGE, 2009). E em Primavera do Leste, a Cargill implantou a fábrica mais moderna do país, com capacidade de esmagamento de um milhão ton./ano (CARGILL, 2009).

Com a finalidade de oferecer subsídios à instalação de novas indústrias de briquetes no estado de Mato Grosso, o objetivo principal deste trabalho é analisar a logística locacional das indústrias de briquetes, determinando a localização ótima das indústrias com base na minimização dos custos envolvidos.

2. TEORIA DA LOCALIZAÇÃO

O modelo teórico adotado neste trabalho se baseia na Teoria da Localização, proposto por Weber em 1929. O autor manteve o foco em atividades industriais, apresentando uma teoria geral para localização de uma firma. Weber estabeleceu a

localização mais adequada com base em três fatores gerais: custos de transporte, mão-de-obra e forças aglomerativas, que podem ser entendidas como forças que induzem uma indústria a se concentrar numa determinada área.

As forças aglomerativas, segundo Melnick (1978) são fatores locais importantes que conduzem a uma taxa máxima de lucro ou a um custo mínimo. Alguns aspectos são cruciais na determinação desse ponto, como: a) a soma dos custos de transportes de insumos e produtos; b) a disponibilidade e custos relativos dos recursos; c) a disposição de fatores como terrenos, edifícios, tributação e problemas legais, condições de vida, clima, dificuldades administrativas, políticas de descentralização ou centralização, existência de águas residuais, odores e ruídos incômodos.

Retomando a teoria weberiana, para determinar o local onde o transporte tem custo mínimo, Weber considerou o caso de que existiam duas fontes de matéria-prima necessárias, em locais diferentes e um único mercado consumidor. Esses três pontos formam o “Triângulo Locacional de Weber”, como demonstrado na figura 1.

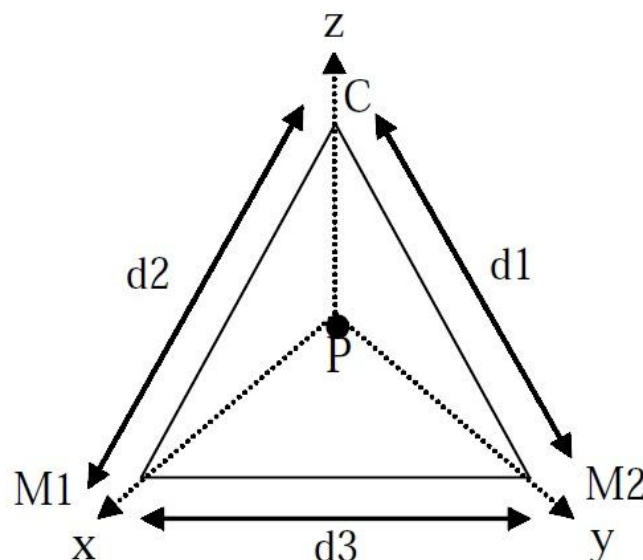


Figura 1. Triângulo Locacional de Weber

Fonte: Haddad, 1989.

Segundo essa teoria, C é o ponto de consumo; M₁ é a fonte de matérias-primas 1; M₂ é a fonte de matérias-primas 2; P é o ponto de custo total e de transporte mínimo; d₁, d₂ e d₃ as distâncias respectivas entre os três pontos, x, y e z, vetores que representam as forças de atração das fontes de matérias-primas 1 e 2 e do mercado C (ANDRADE *et al.*, 2007).

Ainda, de acordo com o mesmo autor, os pontos C , M_1 , M_2 criam forças de atração nas respectivas direções, proporcionais ao peso por unidade do produto final a ser transportado para o local de produção e do local de produção para o mercado. O ponto no qual o total de toneladas/quilômetro, referente ao transporte de matérias-primas para o local de produção e do produto final para o mercado consumidor, for mínimo se denomina localização de custo mínimo.

De acordo com Haddad (1989) a teoria da localização foi desenvolvida para estabelecer o melhor lugar para instalação de uma indústria. Outra utilização do modelo é para permitir o conhecimento quanto aos fatores locacionais de determinado território ou área de estudo, com o objetivo de orientar a política de desenvolvimento e oferecer aos investidores as bases para a localização de atividades industriais.

As teorias da localização se estruturam nas interpretações das decisões empresariais, em uma economia de mercado, sobre a melhor área onde se instalar. Essas decisões têm por objetivo a minimização dos custos operacionais, e fundamentalmente, os custos de transporte das matérias-primas e do produto final até o mercado consumidor (FERREIRA, 1989).

Na teoria de Weber só se trabalhava com duas fontes de matéria-prima e uma região de demanda. Em meados da década de 1940, com o surgimento da programação linear aplicada aos transportes, puderam ser introduzidas situações mais complexas na análise da localização. Puderam ser introduzidas várias regiões de demanda, assim como várias outras regiões ofertantes de matéria-prima. De acordo com Bessler e King (1970) citado por Caixeta Filho e Lopes (2000), uma das vantagens de se trabalhar com modelos multirregionais consiste em se poder determinar, simultaneamente, o fluxo de produtos e os preços relativos de mercado.

A determinação da localização teve um grande avanço a partir da utilização de novas formas de modelagem, como programação inteira, com a utilização de variáveis binárias no modelo, programação dinâmica e programação estocástica, que tornaram possível um maior relaxamento das pressuposições envolvidas no modelo tradicional de transporte.

Amaro *et al.* (1973) usando o modelo tradicional de transporte estudaram a forma eficiente de organizar o complexo das fábricas de processamento de laranja no estado de São Paulo. Nesse estudo foram determinadas quais seriam as regiões que

iriam atender cada fábrica, inclusive identificando as unidades passíveis de ampliação (mediante uma situação de excesso de oferta), ou ainda as regiões que permitissem a implantação de uma nova unidade.

Cruz (1990), através de sistema de redes não-capacitadas, determinou a localização e o tamanho que tornavam mais eficientes economicamente às unidades armazenadoras no estado de Minas Gerais, através da minimização dos custos de transporte e instalação de novas unidades armazenadoras a granel. Trabalhando também com armazenamento de grãos, McCarlet *et al.* (1985) *apud* Caixeta Filho e Lopes (2000), determinaram a melhor organização de terminais de cargas, através da minimização dos custos de armazenagem e de transporte, tanto ao nível da fazenda quanto nos terminais.

Vasconcelos (2004) analisou os custos de transporte e localização ótima da agroindústria integradora de suínos e aves na região Centro-oeste, com o objetivo de indicar locais potenciais para instalações de novas agroindústrias, por meio da minimização dos custos de transporte das matérias-primas (milho em grão) e dos custos de transporte das carnes processadas para os mercados consumidores finais.

Canziani (1991) estudou a localização de fábricas de suco de laranja concentrado no norte e noroeste do estado do Paraná, visando a minimização dos custos de coleta e reunião da produção, de processamento e de distribuição do produto final. O autor considerou, no modelo, economia de escala no transporte e processamento, projetando várias situações de oferta de matéria-prima.

Todos esses trabalhos atestam a grande diversidade de aplicações de modelos de localização desenvolvidas no contexto agroindustrial, com o auxílio de instrumental de programação matemática. Neste trabalho será utilizada programação linear inteira, a mais adequada ao problema proposto.

3. METODOLOGIA

3.1. Instrumental Teórico

Para resolver o problema da localização economicamente ótima das indústrias de briquete no estado de Mato Grosso, este trabalho utilizou a ferramenta matemática de Programação Inteira, por meio de uma variação do modelo de transporte original. O

modelo utilizado na solução de problemas de localização discreta de instalações, apresentado por Santos (1990) e modificado por Andrade *et al.*(2007) é o seguinte:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (C_{ij} + P_i) X_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{d=1}^t C_{jd} X_{jd} + \sum_{i=1}^m F_i Y_i \quad (1)$$

em que Z é o custo total;

i indexa os locais que representam os pólos produtores de serragem;

j representa os pólos candidatos a receber a indústria de briquetes;

d representa os pólos consumidores de briquete;

C_{ij} é o custo unitário de transporte da serragem do ponto i até o ponto j, sendo C_{ij} ≥ 0;

C_{jd} é o custo unitário de transporte de briquete do ponto j até o ponto d, sendo C_{jd} ≥ 0;

P_i representa o preço unitário da aquisição de serragem na região de oferta i;

X_{ij} é a fração da demanda de j atendida pela região produtora i, sendo 0 ≤ X_{ij} ≤ 1;

X_{jd} é a fração da demandada de d, atendida pela indústria j, sendo 0 ≤ X_{jd} ≤ 1;

F_j representa o custo fixo associado à abertura da indústria de briquetes no ponto j;

Y_j variável binária de valor 1, se a instalação j for efetivada e de valor 0, caso contrário;

A equação acima descrita está sujeita às seguintes restrições:

$$\sum_{d=1}^t D_d + X_{jd} \leq Q_j Y_j, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{jd} = 0,2 \quad d = 1, 2, \dots, t, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = q_j Y_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = q_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (5)$$

$$0 \leq X_{ij} \leq 1, \text{ para todo } i, j \quad (6)$$

$$Y_i \in \{0,1\}, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, m, \quad (7)$$

D_d indexa a quantidade demandada pelo cliente d;

Q_j capacidade de oferta de briquete dos pólos candidatos j;

q_i capacidade de oferta de serragem dos pólos produtores i;

q_j demanda de serragem pelo pólo candidato j ;

A função objetivo é formada por três parcelas, sendo a primeira constituída pelos custos variáveis de captação da serragem; a segunda pelos custos variáveis da distribuição de briquetes; e a terceira pelos custos fixos. A restrição (2) assegura que a demanda de briquetes só será atendida pela demanda de novas empresas abertas; a (3) que 20% da demanda de briquete pelos clientes seja satisfeita; a (4) que a serragem da região produtora deverá suprir, exatamente, a demanda pelo pólo candidato, se este for aberto; a (5) que a quantidade de serragem proveniente dos pólos produtores para os pólos candidatos deve ser, no máximo, a capacidade de oferta do pólo produtor; a (6) busca limitar a variável X_{ij} , que pode variar de um não-atendimento ($X_{ij}= 0$) a um atendimento total ($X_{ij}= 1$), pelo pólo i , da quantidade demandada pela instalação j ; e por fim, a restrição (7), que contém uma variável binária, o que torna possível somente que as instalações nos locais abertos sejam abertas, ou não.

O modelo de otimização foi processado pelo software LINDO, desenvolvido pela *software-house* americana *LINDO Systems*.

3.2. Dados

Este estudo considerou como pontos estratégicos para instalação de uma indústria de briquete, primeiro, os municípios baseados na economia madeireira, considerando os maiores produtores de serragem, matéria-prima essencial para a fabricação de briquete. De acordo com o proprietário de uma das empresas de briquetes de Mato Grosso, os municípios com maior produção de serragem são Sinop, Marcelândia e Itaúba.

O segundo critério a ser considerado para constituição do modelo foi a proximidade com o mercado consumidor. Os maiores consumidores de briquete são as esmagadoras de soja e alguns frigoríficos que utilizam caldeira apropriada para uso do briquete. Em Mato Grosso, o maior consumo de briquete é das fábricas de óleo e farelo onde se destacam ADM, Bunge e Cargill. As maiores esmagadoras de soja do estado estão instaladas nas cidades de Rondonópolis, Primavera do Leste e Nova Mutum. Portanto, como maiores consumidores de briquetes figuraram as cidades acima citadas.

Como terceiro critério, elegeu-se as cidades com maior número de mão-de-obra disponível, maior número de profissionais especializados, assistência técnica, peças e

serviços disponíveis e melhor infraestrutura, onde se considerou os municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Outro município empregado no modelo foi Sorriso. A inclusão de Sorriso justifica-se por ser o maior produtor de soja e milho do Brasil. De acordo com o IBGE o valor de produção de 2009 atingiu 1,33 bilhões de reais. Somente a produção de soja neste município foi de 1,84 milhões de toneladas, fato que o coloca numa posição estratégica em relação a futuras instalações de fábricas ou esmagadoras de grãos.

A relação de dados que compõem os custos fixos e de instalação de uma indústria de briquetes é apresentada a seguir. Para constituição de uma fábrica de briquetes de porte médio é necessário um montante de R\$ 2.000.000 (dois milhões de reais) em investimentos iniciais. O presente estudo considera a possibilidade de financiamento de 80% da empresa com recursos do BNDES com juros de 0,85% a.a., especificados detalhadamente no APÊNDICE A, que perfazem o total de R\$ 1.600.000,00. O restante do capital (R\$ 400.000,00) provém de recursos próprios.

A distribuição do capital fixo e do capital de giro se dará da seguinte forma:

Tabela 1 - Investimentos necessários

Descrição	Quant.	Valor Unit.	Valor Total	Total Geral
Construções, máquinas e equipamentos				
Veículo utilitário	01	30.000,00	30.000,00	
Galpão 80 x 65 metros	300	700,00	210.000,00	
Secador	01	250.000,00	250.000,00	
Briquetadeira	03	275.000,00	825.000,00	
Silos, roscas e Redler		150.000,00	150.000,00	
Outras instalações e equipamentos	01	100.000,00	100.000,00	
Pá carregadeira	01	275.000,00	275.000,00	1.840.000,00
Outros investimentos				
Estoque de insumos e produtos acabados	01	100.000,00	100.000,00	
Capital de giro	01	60.000,00	60.000,00	160.000,00
TOTAL GERAL				2.000.000,00

Fonte: Sol Briket's Ltda.

A capacidade de produção desta indústria de médio porte é de 1.334 ton./mês e supre a demanda de 20% do mercado consumidor. Este valor foi considerado constante em todos os pólos candidatos à instalação da indústria de briquetes.

A matéria-prima (serragem) necessária para fabricação desta quantidade de briquetes é de 2.000 ton./mês. Os custos com matéria-prima variam de acordo com o local em que é adquirido o produto. Os potenciais fornecedores são as serrarias localizadas nos municípios madeireiros mais importantes do Estado.

O custo de uma tonelada de serragem em Sinop é de R\$ 20,00. Nos municípios de Marcelândia e Itaúba a serragem não tem custo, ou seja, nas madeiras dessas cidades o valor da matéria-prima seria influenciado apenas pelos custos do transporte.

O transporte da serragem é feito em caminhões especiais, tipo baú com fundo removível, carroceria mais alta, com capacidade de carga de 100 metros cúbicos cada. O preço do frete é estipulado pelo volume da carga. Neste caso, não se considera o peso por se tratar de uma carga leve, mas bastante volumosa.

Já no caso do produto final, o briquete em forma de bastão ou bolacha, o transporte é feito normalmente por caminhões modelo bi-trem, com capacidade de carga de 37 toneladas. Este frete é cotado pelo peso da carga, por se tratar de um material compactado que toma pouco espaço e apresenta muito peso.

A matéria-prima para o briquete é encontrada em quantidade abundante em qualquer uma das três cidades, o que não impede a indicação pelo modelo de apenas um dos três municípios para ser o fornecedor de acordo com o menor custo. Em outras palavras, essas cidades tem quantidade de matéria-prima suficiente e/ou superior a quantidade demandada pela indústria de briquetes do porte da estipulada neste modelo.

Os dados de frete foram fornecidos pelo proprietário de uma empresa de briquete do estado de Mato Grosso – Sol Briquet's Ltda. O preço da tonelada por quilômetro da matéria-prima da origem até a indústria é de R\$ 0,32. Já o preço da tonelada por quilômetro do produto final (briquete) é de R\$ 0,11. As distâncias dos municípios pólos de matéria-prima até o município candidato à instalação das indústrias, assim como a distância entre a indústria e os municípios pólos de consumo foram obtidos no *Google Maps*.

Em todos os casos se considerou a rota pela rodovia BR-163, que interliga o norte ao sul do estado, se tratando do principal corredor rodoviário de Mato Grosso. A BR-163 entra em Mato Grosso pelo município de Itiquira, extremo sul, passa por Cuiabá e percorre toda a região central, segue em direção ao município de Guarantã do Norte, até alcançar Santarém, no estado do Pará. A BR-163 nem sempre é a rota mais

curta, porém, é a mais utilizada pelos caminhões por conta da pavimentação e maior segurança em relação às outras rodovias alternativas do estado.

O preço de venda do briquete será de R\$ 150,00 a tonelada, não considerando o valor de frete do município de origem até o município de destino onde se localiza a empresa consumidora. O frete é cobrado separadamente e varia de acordo com a época do ano, isto é, em épocas de safra o preço tem variação para cima. O contrário ocorre em épocas de entressafra, quando se pode negociar o frete mais barato. Para aplicação no modelo foi adotado o preço de frete da época de safra, como margem de segurança.

Quanto à situação tributária, o estado de Mato Grosso tem uma política de incentivo à indústria, através da isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). A política é vigente para todo e qualquer município do estado, basta que a empresa monte o processo. Se passar pela aprovação a empresa é isenta por um prazo de até dez anos. Portanto, a isenção tributária foi considerada constante para qualquer município candidato a receber a fábrica de briquetes.

Todos os dados trabalhados no modelo são referentes ao ano de 2010.

4. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os principais resultados encontrados por meio do procedimento metodológico explicitado nesse trabalho. Como proposto, o modelo tem por base encontrar a localização ótima ao situar a indústria de briquetes mais próxima ou da fonte de matéria-prima ou do mercado consumidor, de acordo com a minimização dos custos de transportes e aquisição de matéria-prima.

O fornecimento de briquetes como já exposto anteriormente visa atender as necessidades de produção de energia das indústrias esmagadoras de soja para as quais se fornece o briquete em substituição a sua principal matriz energética de origem fóssil.

Para o presente modelo foram construídos cenários que melhor representasse a opção mais vantajosa de instalação de uma unidade industrial de briquetes. Para tanto os cenários montados abrangeram os municípios de Sinop, Marcelândia, Itaúba, Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Primavera do Leste, Nova Mutum e Sorriso.

Observadas as formas como as variáveis devem ser interpretadas e tendo em vista as restrições adotadas, a melhor interpretação dos resultados do modelo, quanto à abertura de uma planta, é a que segue. De acordo com a solução do modelo, a cidade de

Marcelândia foi a que apresentou o menor valor para a função objetivo, sendo tal resultado o efeito da proximidade com a fonte de matéria-prima.

Como segunda opção, apontada pelo modelo, para instalação de uma indústria de briquetes, aparece Sinop. Esses resultados nos levam a observar que a localização ótima para uma indústria de briquetes é próxima às fontes de matéria-prima. Este resultado é compreensível pelo fato do valor da tonelada do frete da serragem ser três vezes superior ao preço do frete da tonelada do briquete.

Considerando que os custos fixos se mantenham constantes para todos os cenários observados, já que para todos os cenários o tamanho da empresa é o mesmo, apenas os custos de transporte e aquisição de matéria-prima são relevantes para a análise dos dados. Os locais indicados pelo modelo para a instalação de uma nova indústria produtora de briquetes, por ordem de minimização de custos são demonstrados na tabela 01.

Tabela 01 - Classificação dos pontos ótimos para instalação de uma indústria de briquetes

Cidades candidatas à implantação da Indústria	Classificação	Valor / município candidato em relação à	
		Fonte de matéria-prima (R\$)	Mercado consumidor (R\$)
Marcelândia	01	20.000,00	
Sinop	02	22.891,00	
Sorriso	03		31.096,00
Cuiabá	04		32.429,00
Várzea Grande	05		40.000,00
Itaúba	06		48.717,00

Fonte: Dados da pesquisa.

O modelo apontou como ponto ótimo para instalação da nova empresa de briquetes o município de Marcelândia, apontando como valor mínimo de custo operacional R\$ 20.000,00 para a quantidade ideal a ser produzida de 2.000 toneladas/mês de briquete nesta planta. O resultado indicado pelo modelo, para minimização dos custos de produção, é que a matéria-prima deve ser adquirida no próprio município de Marcelândia.

A segunda opção apontada pelo modelo foi a instalação da empresa no município de Sinop, com indicação do custo mínimo para obtenção de matéria-prima na

própria cidade de Sinop, alcançando o valor de R\$ 22.891,00 para a quantidade de 2.000 ton./mês de produto final produzido. De acordo com os valores apresentados na Tabela 1 é notável a diferença entre a primeira e segunda opção que apontaram instalações próximas às fontes de matéria-prima para as opções seguintes apontadas pelo modelo próximas ao mercado consumidor.

A terceira alternativa foi o município de Sorriso, que se diferencia das primeiras alternativas por aparecer como ponto ótimo em relação ao mercado consumidor, ou seja, figura como fornecer de briquetes para a esmagadora localizada em Nova Mutum, chegando ao custo mínimo de R\$ 31.096,00 para fornecimento de 1.334 ton./mês do produto. A simulação indicou a cidade de Sinop como fornecedor ideal de matéria-prima para esta planta.

Da mesma forma, caso a indústria de briquetes fosse instalada na capital Cuiabá, os custos de transportes até o mercado consumidor de Rondonópolis assumiria o quarto menor valor, que é de R\$ 32.429,00. De forma semelhante caso a indústria fosse instalada na cidade de Várzea Grande, os custos de transportes até o mercado consumidor de Rondonópolis seria de R\$ 40.000,00. O modelo indicou o município de Itaúba como fornecedor de serragem para Cuiabá e Sinop como fornecedor para Várzea Grande.

E, por fim, se a indústria se instalasse no município de Itaúba, de acordo com o modelo, obteria um custo mínimo operacional de R\$ 48.717,00 atuando como fornecedor de briquetes para Nova Mutum, adquirindo a matéria-prima no próprio município.

Os outros pólos candidatos à instalação da fábrica de briquetes incluídos no modelo foram rejeitados em função do elevado custo operacional, resultante entre transporte e aquisição de matéria-prima entre os municípios fornecedores e consumidores. Neste aspecto o fator principal que inviabiliza a instalação da planta industrial seria a distância da indústria em relação à fonte de matéria-prima.

5. CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo principal determinar a localização ótima para a implantação de uma indústria de briquetes no estado de Mato Grosso. O modelo com base na minimização dos custos de transportes aponta que a melhor localização seria no

município de Marcelândia por apresentar o menor custo de transporte e aquisição de material da fonte de matéria-prima até o local indicado para instalação da indústria.

Contudo, observa-se que a cidade de Marcelândia embora apresente custo de aquisição da matéria-prima zero, ou seja, os custos existentes seriam com a coleta e transporte da matéria prima, a cidade não possui um centro de negócios expressivos comparável à cidade de Sinop, que aparece como segunda opção ótima para instalação da fábrica de briquetes no modelo. Fatores como mão-de-obra qualificada, aquisição de máquinas, equipamentos, peças e assistência técnica poderia se tornar um grande problema, devido ao pequeno porte e estrutura da cidade.

Dados do Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2010), afirma que o município de Marcelândia, situado na região Norte do Estado, é um dos municípios mato-grossenses com maior redução populacional. Em 10 anos, o número de habitantes diminuiu consideravelmente. A cidade possuía 14.448 habitantes em 2000 e agora está com 11.994, ou seja, uma queda de 16,99%, devido principalmente à onda de preservação ambiental das florestas.

A economia do município se baseia basicamente na pecuária, agricultura e extrativismo vegetal. O extrativismo vegetal é a principal fonte da economia do município, havendo 79 indústrias entre serrarias, madeireiras e laminadoras. Marcelândia tem um parque industrial muito pequeno, tendo dois secadores de sementes e um laticínio (MFRural, 2010).

O município vem sofrendo crises relacionadas ao extrativismo vegetal e vem tentando se expandir na agricultura. Para amenizar o problema ambiental, está se fazendo aproveitamento dos resíduos produzidos pelas serrarias e madeireiras. Existem seis marcenarias de pequeno porte, uma fábrica de portas e uma fábrica de cabo de vassoura, fazendo aproveitamento de madeira e montagem de casas pré-fabricadas, porém a madeira é comercializada em sua maioria em forma de tábuas, caibros ou ainda em toras (Prefeitura Mun. De Marcelândia, 2010).

Diante deste cenário, constatamos por meio da análise dos resultados apresentado pelo modelo que a cidade mais apropriada para a instalação industrial seria Sinop.

Sinop é a quarta maior cidade do Estado de Mato Grosso e é um grande centro de negócios, sua principal atividade econômica é a prestação de serviços com grande

destaque também para o setor pecuário, cultivo de algodão, cereais e expressiva indústria madeireira, sendo esta última responsável por 60,0% dos empregos gerados. Possui centros de qualificação e aperfeiçoamento profissional o que garante fornecimento de mão-de-obra qualificada e apoio técnico o ano todo.

O acesso terrestre ao município é pela BR-163 e o acesso aéreo é realizado pelo aeroporto localizado a 13,4 km do centro da cidade, fatores estes relevantes, visto que a demanda de peças industriais para as máquinas briquetadeiras em geral são produzidas nos Estados do Rio Grande do Sul. A assistência técnica é fator muito importante neste tipo de empresa, uma vez que constantemente as máquinas exigem reparos, que só podem ser realizados por profissionais especializados.

Optamos por valorizar a segunda opção apontada pelo modelo porque geralmente, quando uma empresa decide se instalar em determinado local, essa decisão é fruto do estudo e análise de muitas variáveis estratégicas que influenciarão no futuro da empresa. Se no investimento fosse considerado apenas o curto prazo, se justificaria a implantação da indústria no ponto de minimização de seu custo variável, porém a maioria das empresas faz cálculos para verificação do retorno do investimento no longo prazo, inclusive a possibilidade de ampliação futura das instalações. Neste caso, há que se considerar o local de instalação sob vários aspectos, inclusive o potencial de desenvolvimento da cidade.

6. BIBLIOGRAFIA

AMARO, A. A. *et al.* **Desenvolvimento da citricultura e localização de novas indústrias para o processamento no estado de São Paulo.** Série Pesquisa, Departamento de Economia e Sociologia Rural. ESALQ, n.22.

ANDRADE, W. S. de P.; GOMES, M. F. M.; LIMA, J. E. de; SANTOS, H. do N. **Localização economicamente ótima das novas agroindústrias de abate e processamento de aves e suínos no Brasil.** Revista de Economia e Agronegócio. Vol. 5, n.3, 2007. Disponível em: <http://www.economia-aplicada.ufv.br/revista/pdf/2007/vol5_n3/4_artigo.pdf> Acesso em: 05 jan. 2010.

BIOMAX. **Indústria de Máquinas e Equipamentos para Caldeiras**. São Paulo: 22 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.biomaxind.com.br/site/produtos.html>> Acesso em: 15 jan. 2011.

BUNGE. **Bunge Investe R\$ 150 Milhões em Moderna Fábrica de Soja em Nova Mutum** (MT). Notícias. São Paulo: 18 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.bunge.com.br/empresa/noticias.asp?id=323>> Acesso em: 10 jan. 2010.

CAIXETA FILHO, J. V.; LOPES, R. L. **Suinocultura no estado de Goiás: aplicação de um modelo de localização**. Pesquisa operacional. Vol. 20, n.2. Rio de Janeiro: dez. 2000.

CANZIANI, J. R. F. **Simulação sobre a implantação da indústria de suco concentrado de laranja no estado do Paraná**. Piracicaba. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1991.

CARGILL. **Nova unidade da Cargill em Mato Grosso possui tecnologia de ponta em processamento de soja**. Primavera do Leste, maio de 2009. Disponível em: <<http://www.cargill.com.br/brazil/pt/home/noticias/2010/NA3032313.jsp>> Acesso em: 10 jan. 2010.

CRUZ, J. C. de F. **Eficiência locacional e dimensões econômicas de unidades armazenadoras no estado de Minas Gerais**. Viçosa. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: MG, 1990.

FERREIRA, C. M. C. **As teorias da localização e a organização espacial da economia**. In: HADDAD, P. R. (Org). Economia regional: teorias e métodos de análise. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989.

GONÇALVES, E. José. **Briquetagem de Resíduo de Madeira**. Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol 13. Campina Grande, 2009.

HADDAD, P. R. (Org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=510558>> Acesso em: 22 jan. 2010.

PAULO, A. B. **Esmagadoras de soja dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás**. ESALQ/USP. Piracicaba: 2010.

PREFEITURA MUN. DE MARCELÂNDIA. **Portal do Cidadão**. Disponível em: <<http://www.marcelandia.mt.gov.br/?N=economia>> Acesso em: 22 jan. 2010.

QUIRINO, A. **Briquetagem de Resíduos**. Laboratório de Produtos Florestais. UFPI, 2009. Revista de Engenharia Florestal. Vol. 7.

VASCONCELOS, F. M. M. **Localização ótima da agroindústria integradora de suínos e aves na Região Centro-oeste do Brasil**. Viçosa. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: MG, 2004.