



EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DAS ROTAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE MILHO SAFRINHA PARA AS USINAS DE ETANOL

Bolsista: Bárbara Nimitz Garcia R.A:145392
Orientadora: Profa. Dra. Andréa Leda Ramos de Oliveira

RESUMO

A produção de etanol através da cana-de-açúcar, surgiu no mercado brasileiro como uma estratégia econômica, visando melhorar o setor açucareiro e ter menor dependência do uso do petróleo. Contudo, mesmo a cadeia de etanol sendo uma das mais produtivas do mundo, o período de entressafra sofre com déficit de biomassa produzidas nas usinas. Como alternativa, a produção de etanol através do milho-safrinha vem ganhando espaço. Buscando preencher as lacunas de armazenagem e transporte do milho, este presente projeto visa mapear e caracterizar a produção de milho safrinha, as usinas e armazéns, a fim de identificar se existem rotas de escoamento mais eficientes para o transporte do milho safrinha das regiões produtoras para as usinas no estado do Mato Grosso. Num segundo momento, apontar as vantagens econômicas das regiões produtoras a partir dos custos logísticos das rotas de transporte.

Palavras-chave: Milho-safrinha, usinas flex, armazéns, rotas de escoamento.

INTRODUÇÃO

O etanol surgiu como estratégia econômica para amenizar as crises do setor açucareiro e combater o aumento do preço da gasolina, reduzindo assim a dependência pelo petróleo (NITSCH, 1991). Apesar da cadeia produtiva do etanol de cana-de-açúcar ser considerada uma das mais eficientes do mundo, durante o período de entressafra ocorrem gargalos na produção devido à um déficit de biomassa a ser processada nas usinas. A fim de solucionar o gargalo, aumentar a segurança energética do país, estudos propõem a utilização de usinas de modelo flex.

Segundo o BNDES (2014), dentre as possibilidades de matérias-primas a serem utilizadas como biomassa para a produção de uma segunda variedade de biocombustível, o setor privado aponta o milho como alternativa de elevado potencial.

Há dois modelos de Usinas que produzem etanol de milho no Brasil, as usinas consideradas *flex*, ou seja, produzem o etanol de milho e de cana-de-açúcar e as usinas “*stand-alone*” ou “*full*” que só processam o milho. A integração do modelo cana e milho tem grande potencial econômico, pois há o aproveitamento das instalações da cana para continuar a produção de etanol no período entressafra. Para as usinas “*stand-alone*” o preço do milho que dita seu potencial econômico.

A presente proposta de pesquisa, busca, portanto, mapear as produções de milho safrinha, os armazéns e as usinas já existentes (flex ou com potencial de adaptação para o novo modelo) a fim de identificar as principais rotas de escoamento do milho produzido para as usinas no estado do Mato Grosso, utilizando-se de um modelo matemático baseado no instrumental associado às matrizes origem-destino.

METODOLOGIA

A análise baseia-se na representatividade das usinas de etanol de milho em Mato Grosso. Além das usinas *full*, também foram consideradas as usinas que atualmente produzem o etanol a partir da cana-de-açúcar, pensando em uma possível adaptação das mesmas para moagem de milho, com isso serão analisadas 27 usinas. A fim de obter a solução ótima, utilizou-se de programação linear operacionalizando uma matriz origem-destino (matriz O- D) do sistema de modelagem *General Algebraic Modeling System* – GAMS.

Em uma matriz origem-destino as linhas e colunas representam os parâmetros que serão analisados (Tabela1). (OLIVEIRA, VENTURIM, et al., 2013).

Tabela 1. Forma Geral de uma Matriz Origem-Destino

Origens	Destinos							$\sum_j T_{ij} = O_i$
	1	2	3	...	j	...	y	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	...	T_{1j}	...	T_{1y}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	...	T_{2j}	...	T_{2y}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	...	T_{3j}	...	T_{3y}	O_3
.
.
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	...	T_{ij}	...	T_{iy}	O_i
.
.
y	T_{y1}	T_{y2}	T_{y3}	...	T_{yj}	...	T_{yy}	O_y
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	...	D_j	...	D_y	$\sum_i T_{ij} = T$

Fonte: OLIVEIRA, VENTURIM, et al., 2013.



Nas colunas se encontram as usinas que foram analisadas no estudo e nas linhas as mesorregiões do estado do Mato Grosso, que são divididas em cinco: Norte Mato-Grossense, Nordeste Mato-Grossense, Sudoeste Mato-Grossense, Centro-Sul Mato-Grossense e Sudeste Mato-Grossense.

Para quantificar a produção e armazenagem foram coletadas as capacidades de armazenamento em cada mesorregião do estado com base nos dados fornecidos pelo site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019). Por serem importantes apenas os armazéns graneleiros (milho), foram desconsideradas os tipo Chapéu Chinês, Depósito, Estrutural e Convencional. Foi ainda adotada a capacidade de armazenamento dos sete (7) principais municípios, ou seja, aqueles com maior armazenamento, dos quais compõem entre 60~90% do total armazenado em cada mesorregião.

Com as regiões de armazenagem definidas, foi encontrada, com o auxílio do Google Maps, a distância entre os pares município - usina. Para encontrar a distância média entre mesorregião - usina foi calculada a distância ponderada entre município-usina em cada mesorregião, tendo como parâmetros, capacidade (mil toneladas) e distância (km) cheguei à uma distância média (km) entre mesorregião e usina. Já as capacidades de moagem foram obtidas utilizando-se a menor capacidade encontrada entre as fontes: Capacidade de moagem fornecida pela União Nacional do Etanol de Milho (UNEM, 2020), capacidade de moagem fornecida pelo Anuário da Cana (2016) e capacidade de moagem fornecida pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2020).

RESULTADOS

As capacidades de armazenamento para as mesorregiões são apresentadas na Tabela 3. Já as usinas utilizadas no estudo são apresentadas na Tabela 4. A partir da análise das tabelas é possível observar que a maior proporção de usinas (51,85%) está localizada na mesorregião Norte Mato-Grossense, região em que é observado também maior volume de armazenagem de milho, 13.805 mil toneladas.

Tabela 3: Capacidade de armazenagem (mil toneladas) por mesorregião do Estado do Mato Grosso.

Mesorregião	Volume milho (mil toneladas)
Centro-Sul	437
Nordeste	3184
Norte	13805
Sudeste	5771
Sudoeste	474

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2020).

Em relação a capacidade de moagem de milho, temos as quatro usinas com maior número nos municípios de Nova Olímpia, Barra do Bugres, Alto Taquari e Barra do Garças, sendo os dois primeiros pertencentes à mesorregião Sudoeste, o terceiro pertencente à mesorregião Sudeste e o quarto pertencente à mesorregião Nordeste. Nenhuma das usinas com maior capacidade de moagem se encontra na mesorregião Norte Mato-Grossense. Porém, se analisarmos o conjunto das usinas da mesorregião Norte Mato-Grossense, teremos uma capacidade de armazenagem de 31.527,3 mil toneladas, que correspondem a 41,9% do total.

Tabela 4. Usinas de etanol do Estado do Mato Grosso.

Usina	Município	Mesorregião
Usina Parecis	Campo Novo do Parecis	Norte
FS Bioenergia 4		
Etamil Bioenergia		
Coprodiá		
USIMAT	Campos de Júlio	
FS Bioenergia	Lucas do Rio Verde	
Ethanol/Inpasa	Nova Mutum	
FS Bioenergia 3		
Usina Libra	São José do Rio Claro	
INPASA Brasil	Sinop	
Safras Biocombustível	Sorriso	
FS Bioenergia		
Destilaria Buriti		
Santa Clara Álcool de Cereais	Vera	
Usina Atvos	Alto Taquari	Sudeste
Usina Porto Seguro Flex	Jacara	
Millenium		
Jacira		
Pantanal	Primavera do Leste	
FS Bioenergia 5		
Itamarati	Nova Olímpia	Sudoeste
Novo Milênio	Lambari D'Oeste	
Novo Milênio	Mirassol D'Oeste	
Barralcoo	Barra do Bugres	Nordeste
FS Bioenergia 6	Querência	
Cluster de Bioenergia s/a	Barra do Garças	
Usina Alcooad	Nova Marilândia	Centro-Sul

Fonte: União Nacional do Etanol de Milho (UNEM, 2020); Anuário da Cana (2016); Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2020).



Os resultados obtidos após utilização do sistema de modelagem GAMS, estão expostos na Tabela 6. Nela podemos inferir as melhores rotas para escoamento do milho safrinha em cada mesorregião, levando em conta a distância, que interfere diretamente com o custo de transporte. É possível observar que das 27 usinas, apenas 12 foram classificadas pela modelagem como pertencentes a uma rota ótima, com destaque para o município de Sorriso que aparece três vezes e os municípios de Jaciara e Nova Mutum que aparecem duas vezes. Também é possível constatar que o modelo teve êxito visto que não feriu nenhuma restrição, pois ao somarmos o montante de milho destinados as 12 usinas encontramos o valor de 23.670,5 mil toneladas, ou seja, todo o grão armazenado foi direcionado para alguma usina.

Tabela 6: Fluxos de Origem-Destino do Milho-safrinha para Usinas de Etanol, Estado do Mato Grosso (mil toneladas/ano).

Usina	Barralcool	Usina Porto Seguro Flex	Millenium	FS Bioenergia	Ethanol/Inpasa	FS Bioenergia 3
Município	Barra do Bugres	Jaciara	Jaciara	Lucas do Rio Verde	Nova Mutum	Nova Mutum
Mesorregião	Sudoeste	Sudeste	Sudeste	Norte	Norte	Norte
Centro-Sul	437,0	-	-	-	-	-
Nordeste	-	-	-	-	-	-
Norte	-	-	-	4030,7	2007,7	3359,0
Sudeste	-	912,6	827,4	-	-	-
Sudoeste	-	-	-	-	-	-
Usina	FS Bioenergia 5	FS Bioenergia 6	Safras Biocombustível	FS Bioenergia	Itamarati	Destilaria Buriti
Município	Primavera do Leste	Querência	Sorriso	Sorriso	Nova Olímpia	Sorriso
Mesorregião	Sudeste	Nordeste	Norte	Norte	Sudoeste	Norte
Centro-Sul	-	-	-	-	-	-
Nordeste	-	3.184,2	-	-	-	-
Norte	-	-	125,5	4.030,7	-	251,0
Sudeste	4.030,7	-	-	-	-	-
Sudoeste	-	-	-	-	474,0	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Para a mesorregião Centro-Sul Mato Grossense foi observada apenas uma rota recomendada pelo modelo, entre a mesorregião Centro-Sul e a Usina Barralcool (Usina 1) que está situada no município de Barra do Bugres, na mesorregião Sudoeste (Figura 2).

Esta usina não é um modelo *full*, ela está em estudo para virar *flex*, podemos perceber que a quantidade de milho distribuída para ela é bem abaixo de sua capacidade de moagem. Analisa-se também que todo o milho armazenado na mesorregião Centro-Sul foi direcionado para esta usina que se encontra em uma mesorregião diferente. No Centro-Sul há apenas uma Usina em construção do modelo *full*, a usina Alcooad. Portanto pelo modelo podemos inferir que esta usina não se encontra na melhor localização em termos de distância.

Para o Nordeste Mato-Grossense foi obtida também apenas uma rota recomendada pelo modelo,

Figura 2. Localização das Usinas consideradas pelo modelo.



Nota 1: Usina Barralcool; 2: Usina Porto Seguro Flex; 3: Usina Millenium; 4: FS Bioenergia (Lucas do Rio Verde); 5: Ethanol/Inpasa; 6: FS Bioenergia 3; 7: FS Bioenergia 5; 8: FS Bioenergia 6; 9: Safras Biocombustível; 10: FS Bioenergia (Sorriso); 11: Usina Itamarati; 12: Destilaria Buriti.

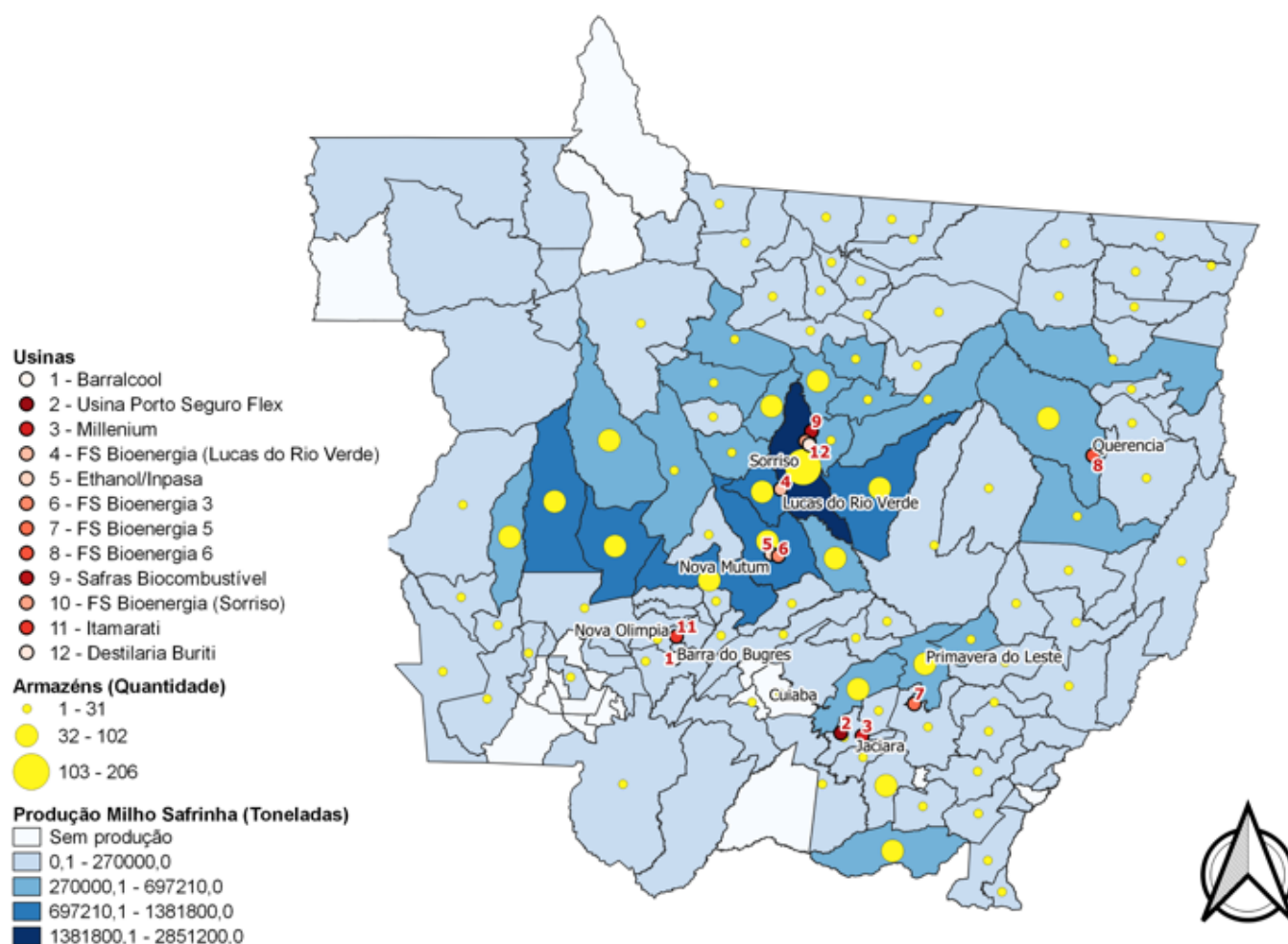
Fonte: Elaborado pela autora a partir de IBGE, 2020.



ou seja, todo o milho armazenado foi distribuído para apenas para a Usina FS Bioenergia 6, situada no município de Querência na mesorregião Nordeste. Na mesorregião Norte Mato-Grossense foram destacadas 6 rotas de escoamento do milho armazenado, onde todo o grão armazenado é escoado em Usinas pertencentes a mesma mesorregião. O maior volume escoado está no município de Nova Mutum em duas Usinas: FS Bioenergia 3 e Ethanol/Inpasa. No Sudeste Mato-Grossense há 3 rotas de escoamento do milho, tendo com maior volume de milho o município de Primavera do Leste na Usina FS Bioenergia 5. E por fim, na mesorregião Sudoeste Mato-Grossense obtivemos apenas uma rota de escoamento, onde todo o milho armazenado é direcionado para a Usina Itamarati situada no município de Nova Olímpia, também pertencente a mesorregião Sudoeste (Tabela 6).

Ao analisar a Figura 3, onde se encontram as Usinas selecionadas pelo modelo matemático, a produção de milho safrinha em toneladas e a quantidade de armazéns em cada município do estado, percebemos que no Sul e Sudeste da mesorregião Norte há a maior concentração de Usinas, maior produção de milho safrinha e maior quantidade de armazéns.

Figura 3: Mapa do Estado do Mato Grosso com as Usinas selecionadas, produção de milho safrinha e quantidade de armazéns por município.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de IBGE (2020) e dados da pesquisa, 2020.

A mesorregião Sudeste consegue suprir em totalidade a capacidade de moagem de duas Usinas, FS Bioenergia 5 no município de Primavera do Leste e Usina Porto Seguro Flex no município de Jaciara, porém, a Usina Millennium também no município de Jaciara não é suprida em sua totalidade (Figura 3).

A mesorregião Centro-Sul possui menor eficiência de escoamento visto que há apenas uma Usina em seu território e esta não entrou nas rotas ótimas, portanto, é necessário escoar o milho armazenado em uma mesorregião diferente (Figura 3).



Portanto através deste estudo podemos concluir que a mesorregião Norte Mato-Grossense possui maior eficiência de escoamento de sua produção de milho-safrinha, pois há um grande volume e ele é escoado dentro da própria mesorregião (Figura 3). Tanto a mesorregião Nordeste quanto a Sudoeste conseguem também escoar todo o milho produzido, porém apenas uma Usina já o consome, sendo isso um aspecto negativo em termos de concorrência, pois não há milho suficiente para possíveis novas Usinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/etanol>>. Acesso em: Abril 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Armazenagem, 20 Outubro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/armazenagem>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2020.

MILANEZ, A. Y. et al. A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 41, p. 147- 207, Junho 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jsui/bitstream/1408/2496/1/RB%2041%20A%20produ%c3%a7%c3%a3o%20de%20etanol_P.pdf>.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista de Economia Política**, p.123-138, 1991. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285466431_O_programa_de_biocombustiveis_Proalcool_no_contexto_da_estrategia_energetica_brasileira>.

OLIVEIRA, A. L. R. D. et al. Logística de exportação do açúcar do Estado de São Paulo: uma estimativa da matriz origem-destino. **Espacios**, v. 34, p. 8, 2013. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a13v34n12/13341209.html>>.

PROCANA. **ANUÁRIO DA CANA**. [S.l.]. 2016.

UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO. UNEM. Disponível em: <<http://www.etanoldemilho.com.br/form-contato/>>. Acesso em: Janeiro 2020.