

# **Análise do custo de um modelo de avaliação de fornecedores com base em critérios de sustentabilidade e competitividade**

**Breno Barros Telles do Carmo** (UFC) - brenotelles@det.ufc.br

**Júlio Francisco Barros Neto** (UFC) - jfbarros@ufc.br

**Marcos Ronaldo Albertin** (UFC) - albertin@ufc.br

**Nadja Glheuca da Silva Dutra** (UFC) - nadja@det.ufc.br

## **Resumo:**

*Observa-se uma demanda mundial crescente por energias ditas renováveis. Dentre estas energias, encontra-se o biodiesel, que é derivado de biomassa renovável. Porém, para que esta cadeia seja competitiva, ela deve satisfazer a alguns critérios de competitividade. Existe ainda o papel socioambiental desta atividade, que é bastante valorizada e é uma das justificativas para a produção destes combustíveis. Assim, o presente artigo tem por objetivo discutir o impacto dos custos de transporte quando é proposto um modelo de seleção de fornecedores para as usinas de biodiesel, levando em consideração os critérios de sustentabilidade socioambiental e competitividade identificados na cadeia. A metodologia SMARTER foi utilizada para a realização deste modelo, que foi incorporado a um modelo de programação linear. Observou-se que o modelo apresenta aumento no custo de transporte, se forem levadas em consideração as imposições de selo social do governo federal.*

**Palavras-chave:** *Biodiesel. Fatores socioambientais. Custos socioambientais.*

**Área temática:** *Gestão de Custos Logísticos e nas Cadeias Produtivas*

## **Análise do custo de um modelo de avaliação de fornecedores com base em critérios de sustentabilidade e competitividade**

### **Resumo**

Observa-se uma demanda mundial crescente por energias ditas renováveis. Dentre estas energias, encontra-se o biodiesel, que é derivado de biomassa renovável. Porém, para que esta cadeia seja competitiva, ela deve satisfazer a alguns critérios de competitividade. Existe ainda o papel socioambiental desta atividade, que é bastante valorizada e é uma das justificativas para a produção destes combustíveis. Assim, o presente artigo tem por objetivo discutir o impacto dos custos de transporte quando é proposto um modelo de seleção de fornecedores para as usinas de biodiesel, levando em consideração os critérios de sustentabilidade socioambiental e competitividade identificados na cadeia. A metodologia SMARTER foi utilizada para a realização deste modelo, que foi incorporado a um modelo de programação linear. Observou-se que o modelo apresenta aumento no custo de transporte, se forem levadas em consideração as imposições de selo social do governo federal.

Palavras-chave: Biodiesel. Fatores socioambientais. Custos socioambientais.

Área Temática: Gestão de custos logísticos e nas cadeias produtivas

### **1 Introdução**

Observa-se atualmente uma preocupação mundial na produção e consumo de energias mais limpas. Isto vale para a produção e consumo de combustíveis como o diesel. Para a substituição deste tipo de combustível, surgiu o biodiesel, que é produzido por intermédio de óleos vegetais, o que lhe confere um caráter renovável. Jank (2007) entende que as energias renováveis ainda contribuem com percentual pequeno em relação aos combustíveis fósseis. Estima-se que a contribuição seja de 0,9% do total de energia produzida. Deste total, observa-se ainda que quase 90% são de etanol, sendo o biodiesel responsável apenas por 10%.

Para que estas energias, ditas renováveis, sejam viáveis, é necessário que elas e o seu processo de produção sejam sustentáveis do ponto de vista social e ambiental e sejam competitivas no mercado globalizado. A preocupação com a sustentabilidade implica numa abordagem considerando todas as fases do processo produtivo, incluindo cultivo, transformação, transporte e consumo (OECD, 2008). O biodiesel tem grande potencial para atender aos requisitos socioeconômicos e ambientais, porém, levando em consideração o atual modelo de organização de agricultura familiar, pode representar um custo financeiro mais elevado que o do diesel fóssil. Este potencial se dá pela inserção da agricultura familiar nesta cadeia, um dos requisitos impostos pelo mercado globalizado.

Um fato a ser ressaltado é que a cadeia produtiva deve se adequar à demanda crescente por este tipo de combustível e ainda deve atender aos requisitos impostos para o mercado. Isto fica evidente quando se fala da capacidade instalada em usinas e a capacidade de produção para a cadeia produtiva do biodiesel (CPB). Carmo (2007) observa a existência de usinas paradas por falta de matéria-prima.

Pelo que foi exposto, surgiu o problema a ser discutido no presente artigo: “Qual o impacto nos custos de transporte com a incorporação de um modelo de seleção de fornecedores segundo critérios de sustentabilidade socio-ambiental e competitividade?”

Assim, o presente artigo busca avaliar o impacto nos custos de transporte de um modelo de seleção de fornecedores com base em critérios socioambientais. Para tanto, foram

identificados alguns critérios de avaliação em normas internacionais de certificação dos biocombustíveis. Essas variáveis foram transformadas em um modelo de seleção de fornecedores e este modelo foi englobado em um problema de programação linear. Por fim, são observados os incrementos nos custos com a adoção deste modelo.

## 2 Cadeia produtiva do Biodiesel

Segundo Slack *et al.* (2002, p. 170), “nenhuma operação produtiva existe isoladamente, ou seja, todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectada com outras operações, incluindo fornecedores e clientes”. Yusuf *et al.* (2004) entendem que existem pressões de mercado nas empresas para que elas melhorem seu desempenho e sejam mais competitivas. Esta competitividade não deve ser pensada isoladamente pelas empresas, mas como processos ao longo da cadeia de suprimentos que, agregam valor ao produto.

Assim, um Arranjo Produtivo (AP) pode ser visto como uma “estrutura intangível”, no qual as empresas interagem entre si e com atores locais na busca de vantagens competitivas e soluções para problemas comuns. A importância do conceito complementa o enfoque das empresas de forma isolada. A expansão dos APs implica uma revisão dos conceitos e formas de se analisar a competitividade empresarial, surgindo abordagens como competitividade sistêmica (ALBERTIN, 2003) e modelos como do diamante (PORTER, 1993) e conceitos como capital social, sistema de inovação regional, eficiência coletiva, entre outros.

Holanda (2006) define o biodiesel como sendo a denominação genérica para combustíveis e aditivos provenientes de fontes renováveis de energia, como as plantas oleaginosas. Dentre as principais matérias-primas para a produção do biodiesel encontram-se: óleos vegetais, gordura animal e óleos e gorduras residuais. Como exemplo de óleos vegetais, pode-se citar o babaçu, a soja, a palma, o pinhão-manso e a mamona. Dentre as gorduras animais, destacam-se o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros. O biodiesel pode ser considerado um excelente aditivo verde para o óleo diesel, pois ele substitui o enxofre, garantindo a lubricidade do óleo diesel e diminuindo o impacto ambiental (HOLANDA, 2006).

Howell e Jobe (2006) entendem que, durante o século XX, a produção dos combustíveis fósseis permaneceu barato e abundante. Durante este período, a indústria do petróleo e de seus derivados evoluiu e se desenvolveu perante uma demanda crescente e incessante por combustível, especialmente por parte do transporte, que era e ainda é realizada com a utilização de combustíveis fósseis, entre eles do diesel.

Porém, no final dos anos 70 e início dos anos 80, observou-se a primeira crise do petróleo. Com aumento do preço do barril de petróleo, diversos pesquisadores começaram a investigar acerca da utilização de óleos vegetais como combustível. Aliado a este fenômeno, observou-se a necessidade em se reduzir os índices de poluição atmosférica, devido aos efeitos danosos ao ambiente por ela provocada.

Vale ressaltar ainda que a agricultura, durante este período, sofreu mudanças significativas nas técnicas de cultivo e plantio, o que incrementou a produção e produtividade, reduzindo custos e impactos ambientais.

Assim, a indústria do biodiesel encontrou condições favoráveis para seu desenvolvimento. O Quadro 4.1 resume os fatores que levaram ao desenvolvimento da indústria do biodiesel no mundo.

Fator	Impacto
Dependência por óleo estrangeiro	Visando a diminuição por óleos estrangeiros, os países desenvolvidos buscaram incrementar a produção dos biocombustíveis

Saúde Humana e Ambiental	Observou-se no mundo uma preocupação com a redução das emissões de gases que causam mal à saúde humana. Assim, o biodiesel tende a se desenvolver, por emitir uma quantidade reduzida de poluentes atmosféricos
Nova Tecnologias de Motores	Com a evolução tecnológica dos motores, como exemplo o motor flex, que suporta outros tipos de combustíveis renováveis, a demanda por novos combustíveis ditos “ecologicamente corretos”.
Desenvolvimento Econômico	Por utilizar óleos vegetais como matéria-prima, os biocombustíveis podem propiciar a inclusão social de famílias de agricultores, trazendo desenvolvimento para localidades pobres.
Legislação	Observam-se leis de incentivo à produção dos biocombustíveis, como subsídios em isenção de impostos.

Quadro 1 - Fatores que levaram ao desenvolvimento da indústria dos biocombustíveis

Fonte: Adaptado de Howell e Jobe (2006).

Assim, a indústria do biodiesel vem se desenvolvendo e crescendo a um ritmo acelerado, configurando-se uma excelente oportunidade para o Brasil conseguir aproveitar a demanda crescente do mercado mundial para estes combustíveis. Este movimento atual ao redor de energias renováveis trouxe à tona a possibilidade concreta de produção de combustível a partir de plantas oleaginosas, o chamado biodiesel, e de cana de açúcar, o etanol. A produção de biocombustíveis deve levar em consideração variáveis econômicas, políticas e ambientais, o que torna a análise de todas estas variáveis muito complexa (OECD, 2008).

Assim, foram levantados os critérios existentes no mundo no que tange à dimensão destas variáveis, para a certificação da cadeia de valor do biodiesel. O próximo tópico aborda estas considerações.

A Figura 1 ilustra o funcionamento da Cadeia Produtiva do Biodiesel (CPB). Esta seqüência de atividades culmina no produto final: o biodiesel. Como subprodutos desta cadeia, têm-se o farelo de oleaginosa e a glicerina, que podem servir de matéria-prima para outras cadeias produtivas de centenas de produtos.

Cada caixa ilustra um elo desta rede, na qual é identificada a atividade realizada. Estas atividades são interligadas, formando a cadeia.

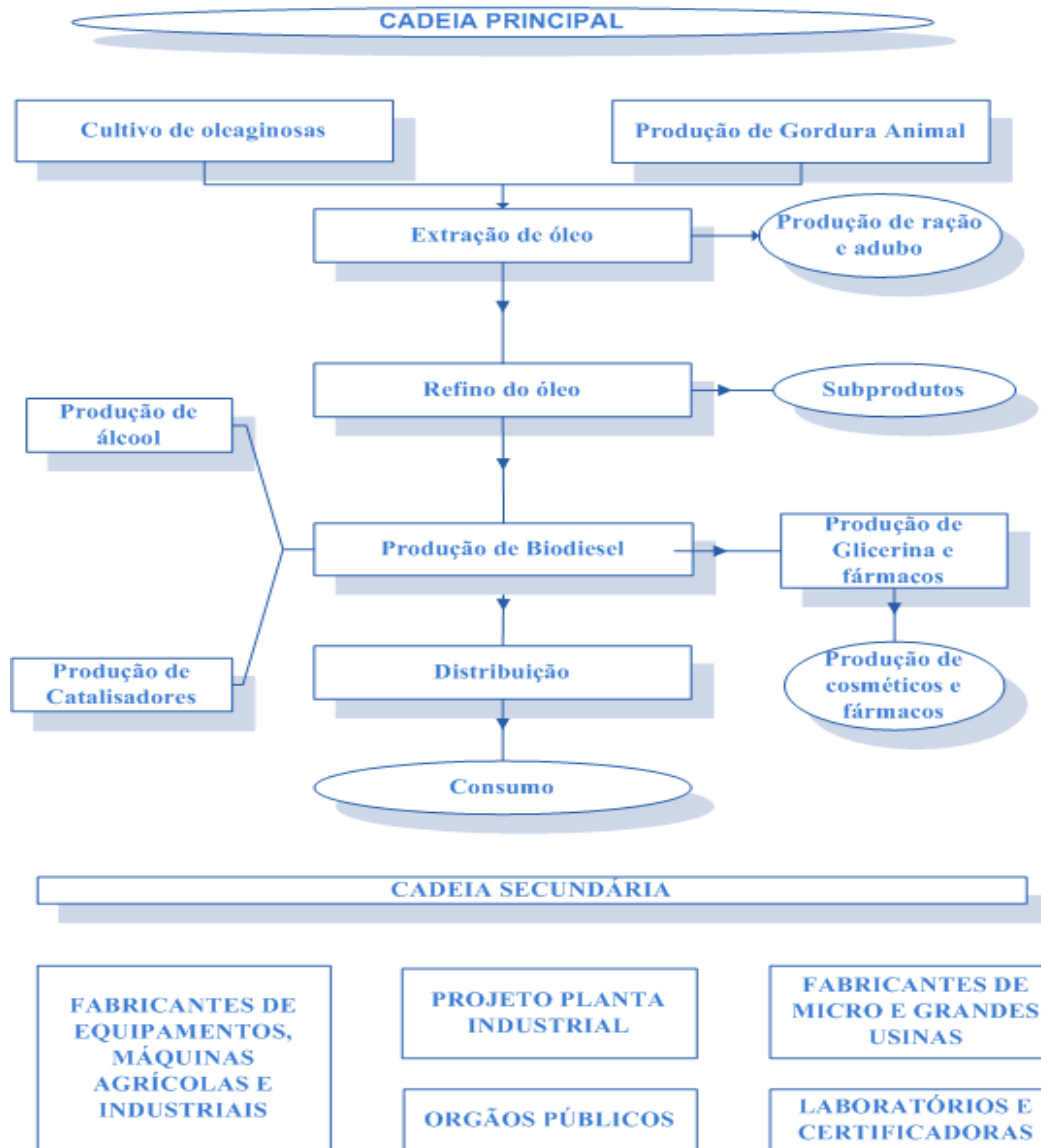


Figura 1 - Cadeia produtiva do biodiesel

Na Figura 1, a CPB foi dividida em duas partes: a cadeia principal e a cadeia secundária. Na parte de cima, pode-se observar a cadeia principal ou primária, onde ocorre a transformação da matéria-prima em biodiesel e subprodutos. Na parte inferior, tem-se a cadeia secundária ou auxiliar, onde estão alocados os elos que apóiam esta transformação. Nesta parte da Cadeia Produtiva (CP), estão inclusas todas as atividades que dão suporte à cadeia primária.

Assim, observa-se que o objetivo final desta cadeia é a disponibilização de biodiesel para o mercado.

## 2.1 O Modelo de Seleção de Fornecedores

Inicialmente, foram identificados os fatores de competitividade para a cadeia produtiva do biodiesel e seus fatores de certificação. De acordo com a revisão de bibliografia desenvolvida anteriormente, foi elaborada uma lista de construtos, que nortearam o modelo de

avaliação proposto. Esses construtos estão listados abaixo:

- Competitividade em cadeias produtivas;
- Sustentabilidade ambiental do negócio;
- Sustentabilidade social do negócio;
- Produtividade, confiabilidade e custos; e
- Transportes e seus custos.

Com base nesses dados, foi elaborada uma estrutura arborescente para auxiliar o agrupamento destes fatores de acordo com a sua correlação qualitativa. A Figura 2 ilustra a estrutura obtida. Os quesitos avaliados foram obtidos com base em conversas com professores e gestores da área. Alguns itens foram deixados de fora por não terem sido encontradas associações diretas para a mensuração. Utilizou-se também a pesquisa bibliográfica.

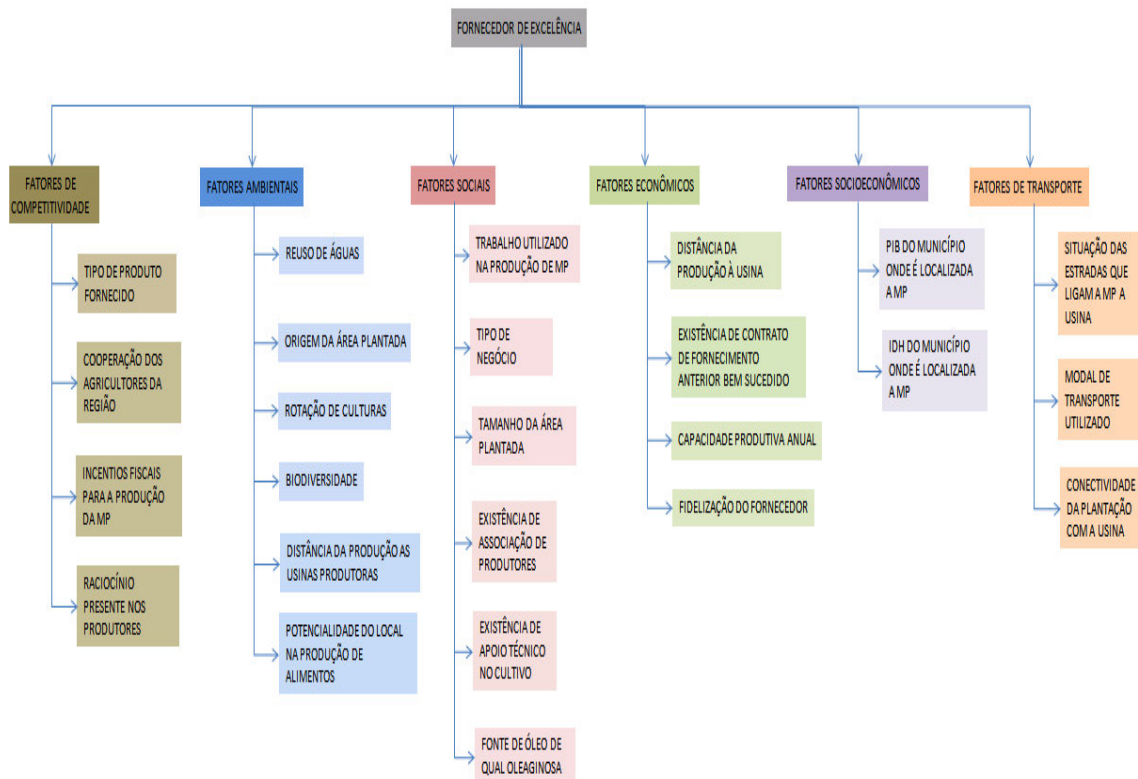


Figura 2 - Estrutura arborescente para a tomada de decisão.

Pela Figura 2, constata-se a existência de seis fatores para análise do fornecedor, que agrupam características desejáveis tanto para a competitividade da cadeia, como para a adequação aos princípios de certificação elaborados no mundo.

Para a avaliação dos fornecedores para as usinas de biodiesel, optou-se pela utilização do modelo SMARTER por ser de fácil implantação e manuseio, o que facilita a usabilidade deste modelo no setor produtivo. Também, por não haver parâmetros suficientes para a definição dos pesos  $w_i$  de cada ferramenta e cada grupo de fatores avaliado, para evitar erros de modelagem e elicitação por parte dos gestores, que não conhecem, em muitos casos, as diretrizes de certificação e competitividade. Esta decisão foi tomada devido este modelo trazer uma visão inovadora de avaliação de fornecedores, ficando difícil a avaliação por parte do mercado, tendo em vista o desconhecimento dos fatores analisados.

Com os pesos obtidos para cada característica e para cada fator de avaliação, o passo

seguinte é a elaboração da fórmula de agregação aditiva. Para a agregação aditiva, tomam-se as seguintes definições:

- $C_{ij}$  = característica i, no fator j;
- $W_{ij}$  = peso da característica i no fator j;

Com estas duas definições, estabelece-se a avaliação dos fornecedores segundo a Equação 1:

$$\sum_i \sum_j C_{ij} . W_{ij}$$

(1)

Para a avaliação global do fornecedor, é necessário colocar ainda a ponderação de cada fator. Para tanto, seguem as definições abaixo:

- $F_j$  = Fator de índice j;
- $W_j$  = Peso do fator F com índice j;

Assim, para uma avaliação global, observa-se a equação 2:

$$\sum_{j=1}^n F_j . W_j . \left( \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k C_{ij} . W_{ij} \right)$$

(2)

Onde n = número de fatores e k = número de características por fator.

O modelo apresenta características que avaliam os fornecedores segundo critérios de certificação e competitividade. A sua grande restrição é a adoção dos pesos sem a opinião empresarial, pois os mesmos ainda não trabalham com essa consciência.

Logo, foi elaborado o modelo que prioriza os fornecedores de cada uma das usinas, embasando-se em fatores de certificação. Mas, somente estes fatores não são suficientes para definir o sucesso deste negócio. Assim, foram levados em consideração também os fatores de competitividade desta cadeia.

## 2.2 O Modelo de otimização de Transportes

A presente etapa do trabalho tem por objetivo a apresentação da modelagem matemática utilizada para a realização da otimização dentro da cadeia produtiva do biodiesel. Este modelo tem por foco a usina produtora, por ser entendido que a mesma é responsável pela governança desta cadeia.

A Figura 3 ilustra a estruturação do problema para a otimização do sistema e o Quadro 1 traz a descrição das variáveis do modelo.

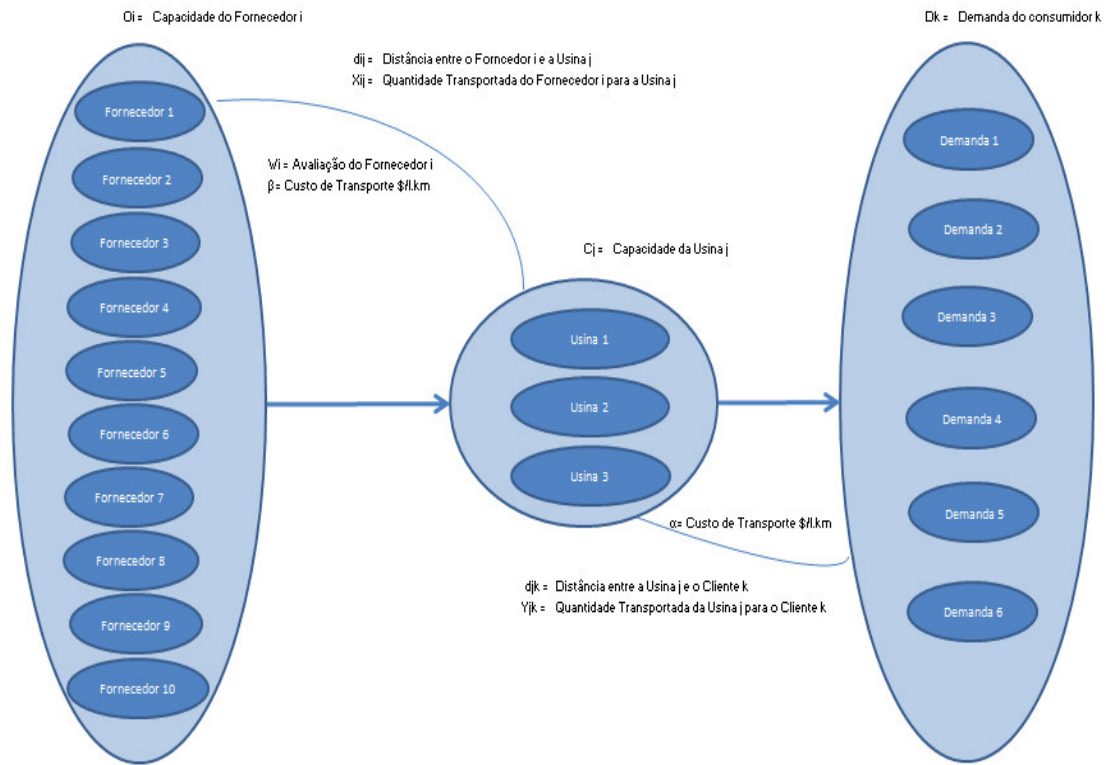


Figura 3 - Estruturação do Problema.

Variável	Nomenclatura	Tipo
Distância entre o fornecedor e a usina	$d_{ij}$	Parâmetro
Quantidade de óleo transportado entre fornecedor e usina	$X_{ij}$	Variável de Decisão
Capacidade do fornecedor	$O_i$	Parâmetro
Custo associado ao transporte	$\beta$	Parâmetro
Capacidade da usina	$C_j$	Parâmetro
Demanda do cliente	$D_k$	Parâmetro
Custo do transporte de biodiesel	$\alpha$	Parâmetro
Avaliação obtida pelo fornecedor	$W_i$	Parâmetro
Distância entre a usina e o cliente	$d_{jk}$	Parâmetro
Quantidade transportada de biodiesel entre a usina e o cliente	$Y_{jk}$	Variável de Decisão

Quadro 1 - Descrição das Variáveis do Modelo

Pela Figura 3, observa-se a existência de fornecedores de matéria-prima (MP). Associado aos mesmos, existe uma distância  $d_{ij}$  entre o fornecedor e a usina produtora de biodiesel e uma variável  $X_{ij}$ , que ilustra a quantidade de MP transportada entre o fornecedor de MP e a usina. Este fornecedor possui uma capacidade  $O_i$  de fornecimento definida. Existe ainda um valor de custo associado ao transporte expresso em  $\$/l.km$ , chamado de  $\beta$ .

Por parte do elo que contém as usinas, existe uma variável associada a elas, que é a sua capacidade produtiva, expressa por  $C_j$ .



Por último, constata-se a existência do elo que representa a demanda por biodiesel. Neste caso, a demanda do cliente k é ilustrada pela variável  $D_k$ . Existe ainda uma distância associada entre a Usina j e o Cliente k e a quantidade transportada entre a Usina j e o Cliente k. Por último, existe o custo de transporte entre estes dois elos como sendo  $\alpha$ .

Com este esquema preparado, foram elaborados dois modelos diferentes, sem levar em consideração a restrição imposta pelo governo, através do selo social, e outro que considera. Os dois modelos serão apresentados nos tópicos a seguir.

### 2.2.1 Modelo sem a imposição do selo social

O objetivo deste modelo é procurar uma solução para a minimização dos custos de transportes na cadeia principal de produção de biodiesel.

$$\sum_i \sum_j x_{ij} \cdot d_{ij} \cdot \frac{\beta}{W_i} + \sum_j \sum_k y_{jk} \cdot d_{jk} \cdot \alpha \quad (3)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq O_i \quad \forall i \quad (4)$$

$$\sum_i x_{ij} \leq C_j \quad \forall j \quad (5)$$

$$\sum_k y_{jk} \leq \sum_i x_{ij} \quad \forall j \quad (6)$$

$$\sum_j y_{jk} \geq D_k \quad (7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad e \quad y_{jk} \geq 0 \quad (8)$$

A Equação 3 ilustra esta função, chamada de função objetivo (FO).

Pela equação 3, a função objetivo do problema é a minimização do custo e está associada às distâncias entre os fornecedores e as usinas e entre as usinas e os clientes. A estas distâncias está associado um custo de transporte \$/l.km e a quantidade transportada entre cada fornecedor e a usina e entre a usina e o cliente. O objetivo deste modelo é encontrar as relações de transporte que ofereçam o menor custo total de transporte entre os fornecedores, usinas e clientes.

Porém, existem algumas restrições que devem ser obedecidas no modelo. A primeira restrição diz que o somatório da quantidade transportada de MP oriunda cada fornecedor para todas as usinas deve ser inferior ou igual à disponibilidade de MP do mesmo, conforme a Equação 4.

Outra restrição definida no modelo diz que a quantidade total transportada de MP dos fornecedores para a usina j deve ser igual/inferior à sua capacidade produtiva. Isso foi adotado devido ao risco de oxidação que o óleo possui quando é armazenado, tornando-se inviável para a produção de biodiesel. A Equação 5 ilustra este fato.

Em seguida, foram definidas algumas restrições na parte da cadeia entre as usinas e os clientes. A primeira baseia-se no pressuposto de que uma quantidade x de óleo produz a mesma quantidade de biodiesel. Isso implica que o somatório da quantidade de biodiesel

transportada das usinas para cada demanda k deve igual/menor à quantidade de óleo vegetal transportado dos fornecedores para a respectiva usina j, como ilustrado na Equação 6.

Foi definido ainda que o somatório da quantidade de biodiesel transportado das usinas para a demanda k deve ser maior/igual à essa demanda. Esta restrição é ilustrada pela Equação 7.

Valem destacar as restrições que dizem respeito às quantidades transportadas entre os fornecedores e as usinas e entre as usinas e os clientes, que devem ser maiores que zero, ilustradas nas restrições 8.

O próximo tópico mostra a formulação do modelo levando em consideração a imposição do governo.

### 2.2.2 Modelo com a imposição do selo social

Para a formatação deste modelo, segundo esta nova restrição imposta, o selo social, a variável “X” foi desmembrada em duas variáveis:  $X_{i1j}$  e  $X_{i2j}$ . Esta dissociação está relacionada com esta política de governo, onde o fator 1 indica agricultura familiar e o fator 2, outro tipo de negócio.

Do mesmo modo, o objetivo do modelo é o estabelecimento de uma estrutura de fornecimento e distribuição, que vise um custo total mínimo na estrutura de transporte. Este objetivo é ilustrado na Equação 9.

$$\sum_j \left[ \sum_{i1} x_{i1j} \cdot \frac{di1j}{wi1} + \sum_{i2} x_{i2j} \cdot \frac{di2j}{wi2} \right] \cdot \beta + \sum_j \sum_k y_{jk} \cdot djkc \cdot \alpha \quad (9)$$

$$\sum_j x_{i1j} \leq oi1 \quad \forall i1 \quad (10)$$

$$\sum_j x_{i2j} \leq oi2 \quad \forall i2 \quad (11)$$

$$\sum_{i1} x_{i1j} + \sum_{i2} x_{i2j} \leq cj \quad \forall j \quad (12)$$

$$\sum_{i1} x_{i1j} \geq 0,30 \cdot \left( \sum_{i1} x_{i1j} + \sum_{i2} x_{i2j} \right) \quad \forall j \quad (13)$$

$$\sum_k y_{jk} \leq \sum_{i1} x_{i1j} + \sum_{i2} x_{i2j} \quad \forall k \quad (14)$$

$$\sum_j y_{jk} \geq dk \quad \forall k \quad (15)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad e \quad y_{jk} \geq 0 \quad (16)$$

Analogamente ao modelo anterior, este está sujeito a algumas restrições. Inicialmente, o somatório da quantidade de MP, oriunda de agricultura familiar (AF) transportada de cada fornecedor para as usinas, deve ser menor/igual à disponibilidade de MP da mesma, de acordo com a Equação 10.

Como para a MP oriunda da AF, segue a mesma restrição para a MP advinda de outros tipos de negócio. A Equação 11 retrata esta restrição.

A próxima restrição trabalha com o transporte de MP até a capacidade produtiva da usina, onde o somatório da quantidade de MP transportada advinda da AF e o somatório da quantidade de MP advinda do agronegócio entre os fornecedores e a usina  $j$  deve ser inferior à sua capacidade, pelos motivos explicados anteriormente, ilustrado na Equação 12. Pela imposição do governo quanto ao selo social, foi apresentada a Equação 13, onde pelo menos 30% da MP comprada pela usina dos seus fornecedores deve ser oriunda da AF.

Por último, observa-se o grupo de restrições por parte da demanda, o que é caracterizado, analogamente, ao modelo anterior (Equação 14 e Equação 15).

Vale ainda serem destacadas as restrições que dizem que as quantidades transportadas entre os fornecedores e as usinas e entre as usinas e os clientes devem ser maiores que zero, ilustrados nas restrições 16.

### 2.2.3 Cenários Avaliados

Este tópico tem por objetivo fornecer uma breve descrição dos cenários analisados no presente estudo. A Tabela 1 ilustra as características dos cenários.

Tabela 1 - Cenários Propostos

Cenário Proposto	Adoção de Selo Social	Presença da avaliação dos fornecedores
Cenário 1	Sem selo social	Sem avaliação dos fornecedores
Cenário 2	Sem selo social	Com avaliação dos fornecedores
Cenário 3	Com selo social (30%)	Sem avaliação dos fornecedores
Cenário 4	Com selo social (30%)	Com avaliação dos fornecedores
Cenário 5	Com selo social (40%)	Sem avaliação dos fornecedores
Cenário 6	Com selo social (40%)	Com avaliação dos fornecedores

## 3 Análise dos custos

Esta etapa do trabalho busca fazer uma comparação entre os cenários propostos. A Figura 4 ilustra o desempenho dos custos pela comparação dos cenários.

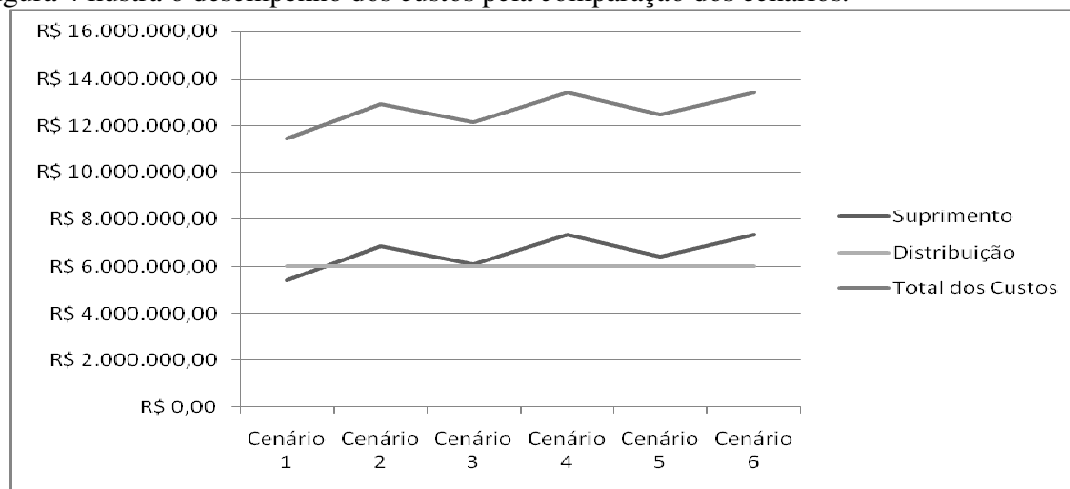


Figura 4 - Comparação entre os cenários

Pela Figura 4, constata-se que os custos obtidos quando se impõe o modelo de avaliação de fornecedores tende a ser maior que o custo obtido quando se coloca a imposição governamental do selo social. A Tabela 2 traz os resultados obtidos com os modelos.

Tabela 2 - Custos obtidos nos modelos

CENÁRIOS	SEM SELO SEM AV	SEM SELO COM AV	COM SELO SEM AV	COM SELO COM AV	COM SELO (40) SEM AV	COM SELO (40) COM AV
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
FO	R\$ 11.461.92,	R\$ 6.155.800,31	R\$ 12.155.551,2	R\$ 6.163.194,02	R\$ 12.476.996,7	R\$ 6.163.398,39
Suprimento	R\$ 5.416.429,	R\$ 6.843.845,00	R\$ 6.110.051,25	R\$ 7.338.022,25	R\$ 6.431.496,70	R\$ 7.341.327,50
Distribuição	R\$ 6.045.500,0	R\$ 6.045.500,00	R\$ 6.045.500,00	R\$ 6.045.500,00	R\$ 6.045.500,00	R\$ 6.045.500,00
Total dos Custos	R\$ 11.461.929	R\$ 12.889.345,0	R\$ 12.155.551,2	R\$ 13.383.522,2	R\$ 12.476.996,7	R\$ 13.386.827,5
Total de Bio Transp.	179000000	179000000	179000000	179000000	179000000	179000000
\$/lt de biodiesel	R\$ 0,06403	R\$ 0,07201	R\$ 0,06791	R\$ 0,07477	R\$ 0,06970	R\$ 0,07479

Pela Tabela 2, pode-se observar que a medida que se colocam mais restrições, o custo de transporte tende a aumentar. Por esta tabela não se pode tirar muitas conclusões, dado que os cenários possuem pressupostos diferentes e a avaliação dos fornecedores tem impacto no custo de transporte.

Do ponto de vista de otimização, a função objetivo atende aos requisitos impostos, aumentando seu valor a medida que se aumentam as restrições. Porém, observado os cenários quatro e seis, observa-se que o custo real tendeu a se manter constante, com uma variação pequena, mesmo o valor da função objetivo tendo aumentado.

A próxima etapa avalia a diferença entre os custos de cada cenário. A Tabela 3 apresenta a matriz com os incrementos nos custos oriundos de cada modelo.

Tabela 3 - Incremento no custo entre cenários

Matriz de Incrementos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Cenário 1	x	12,45%	6,05%	16,77%	8,86%	16,79%
Cenário 2	x	x	-5,69%	3,83%	-3,20%	3,86%
Cenário 3	x	x	x	10,10%	2,64%	10,13%
Cenário 4	x	x	x	x	-6,77%	0,02%

Avaliando o Cenário 1, o mais simples, observa-se que o mesmo é o que apresenta o menor custo. Quando o modelo de avaliação de fornecedores é colocado (Cenário 2), observa-se um incremento no custo na ordem de 12,45%. Por outro lado, partindo-se do Cenário 1 para o Cenário 3 (que engloba somente a restrição do selo social) constata-se que o incremento nos custos é menos da metade do incremento causado pelo modelo de avaliação. Com isso, pode-se constatar que o custo oriundo do modelo de seleção é maior que o custo da imposição do selo social.

Partindo para a análise do Cenário 2, em comparação com os demais, pode-se observar que o modelo de seleção de fornecedores apresenta um custo maior que as imposições de selo

social dos Cenários 3 e 5 que apresentaram uma redução de 5,69% e 3,20%, respectivamente.

Comparando o Cenário 3 com os demais (em especial com os Cenários 4 e 5), pôde-se observar que o incremento dos custos quando o modelo de avaliação é incorporado (Cenário 4) juntamente com a imposição do selo social é um pouco menor que o incremento causado quando o selo social não é adotado (Cenário 1 x Cenário 2). Assim, o impacto do modelo de avaliação de fornecedores tem um impacto na ordem 11% em média, para o modelo apresentado.

Em uma análise de todos os cenários propostos, o que obteve pior desempenho, do ponto de vista de custo foi o Cenário 6, selo social de 40%, com modelo de avaliação de fornecedores. Isso ilustra que, a medida que vão se impondo restrições ao sistema analisado, maior o custo envolvido no sistema.

A Figura 5 ilustra que a prioridade de fornecimento se dá em função de duas características básicas: se o fornecimento é proveniente de agricultura familiar ou agronegócio e se o fornecedor teve avaliação superior ou inferior em relação aos demais. O Primeiro quadrante ilustra a melhor situação de fornecimento para o produtor, onde ele é do tipo AF e tem uma boa avaliação em relação aos demais. O quadrante direito superior ilustra o AF com baixa avaliação, que é considerado como segunda prioridade até o atendimento da restrição do selo social. Depois deste ponto, o que tiver a avaliação global superior será o fornecedor (entre os localizados nesse quadrante e o inferior esquerdo). Por último, existem os fornecedores oriundos de agronegócio que possuem uma baixa avaliação. Nesse caso, a prioridade de fornecimento é a última.

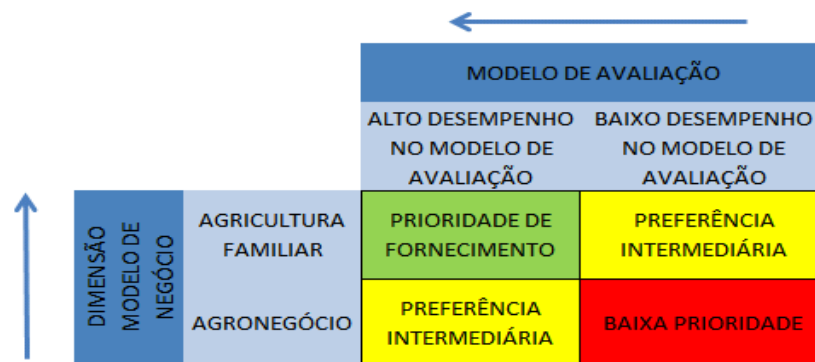


Figura 5 - Priorização de Fornecimento

Para o melhor entendimento da ferramenta de avaliação e de como ela avalia e determina os níveis de fornecimento, serão caracterizados alguns fornecedores, de acordo com a prioridade de fornecimento descritas na Figura 5.

O primeiro caso engloba os fornecedores que obtiveram uma avaliação baixa e é um fornecedor do tipo agricultura familiar. Esse é o caso do Fornecedor 1, que foi avaliado com 14,60 pontos e é um fornecedor oriundo de agricultura familiar. Essa avaliação implicou que, nos cenários nos quais essa avaliação era levada em consideração, esse fornecedor era descartado, o que aconteceu nos cenários 2, 4 e 6. Já nos cenários em que esse modelo não era levado em consideração, esse fornecedor fornecia toda sua capacidade. A Figura 6 ilustra esse fato.

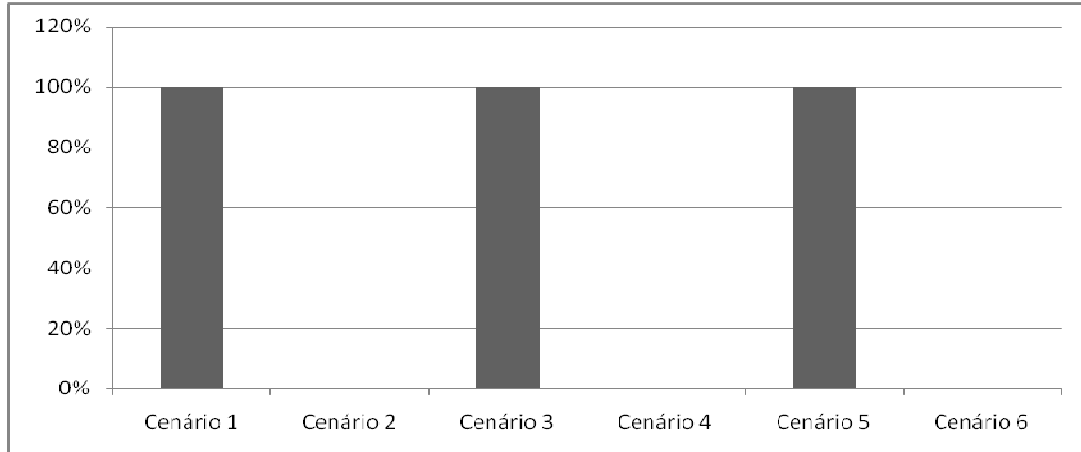


Figura 6 - Transporte de MP oriundo do Fornecedor 1

O segundo tipo de situação ilustra um fornecedor tipo agronegócio com um desempenho insatisfatório na avaliação (31,22). Isso implicou para uma redução nos níveis de fornecimento quando o modelo de avaliação era levado em consideração. Observou-se também que o seu nível de fornecimento caiu quando se aumentou a imposição do selo social de 30 para 40%. Logo, esse fornecedor se encontra em uma situação bastante delicada, ficando comprometido seu desempenho. A Figura 7 ilustra o que foi explicado.

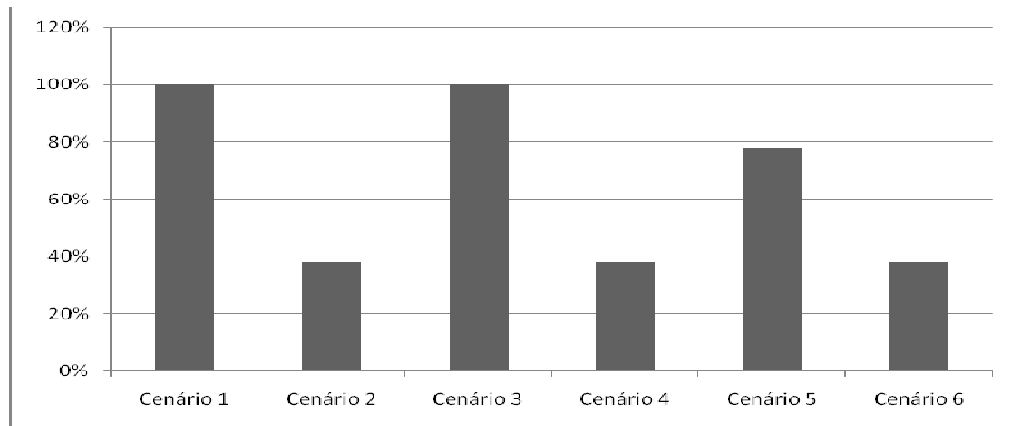


Figura 7 - Transporte de MP oriundo do Fornecedor 2

O terceiro caso ilustra quando um fornecedor é bem avaliado é do tipo agricultura familiar. Essa situação pode ser exemplificada no caso do Fornecedor 6, que obteve uma avaliação de quase 70 pontos e é do tipo agricultura familiar. Assim, o fornecedor está na melhor situação possível. No caso do Fornecedor 6, pode-se observar que o mesmo forneceu o total de sua capacidade em todos os cenários. A Figura 8 mostra esta constatação.

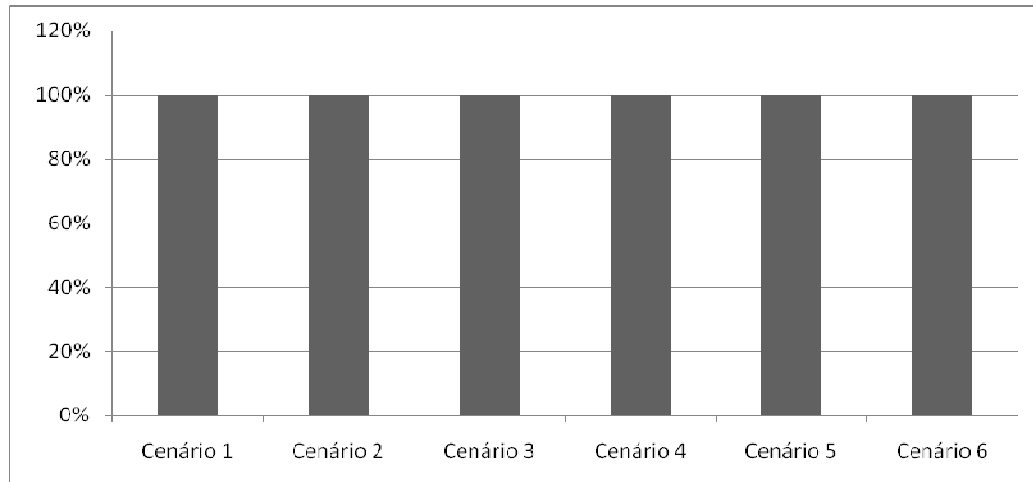


Figura 8 - Transporte de MP oriundo do Fornecedor 6

O último caso ilustra os fornecedores que tiveram uma avaliação ruim e são do tipo agronegócio. Nesse caso, se encontra o Fornecedor 7, que foi avaliado com 65,12 pontos, avaliação nem tão baixa porém, quando associado à característica dele ser do tipo agronegócio, faz com que seja bastante prejudicado no fornecimento. A Figura 9 mostra este fato.

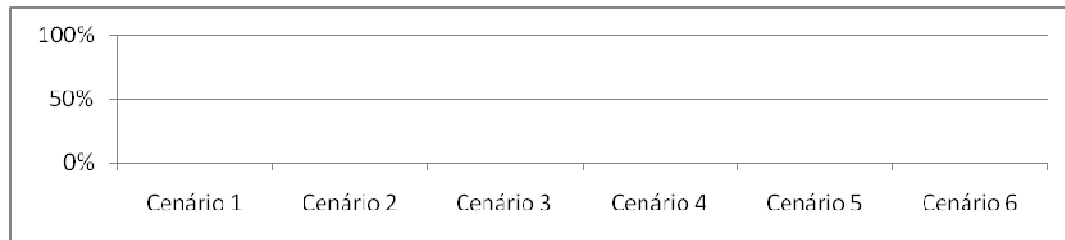


Figura 9 - Transporte de MP oriundo do Fornecedor 7

#### 4 Considerações Finais

A produção de biocombustíveis, porém, deve levar em consideração variáveis econômicas, políticas e ambientais, embora a análise conjunta de todas estas variáveis seja muito complexa. Para a avaliação destes requisitos por parte dos fornecedores (cadeia de suprimentos), foi elaborado um modelo multicritério que visa classificar os fornecedores segundo critérios de certificação e competitividade. O modelo apresentou características que avaliam os fornecedores segundo critérios de certificação e competitividade. Para tanto, buscou-se identificar estes fatores na bibliografia existente.

Pode-se observar que a medida que se colocam mais restrições, o custo de transporte tende a aumentar. Constata-se também que houve um incremento significativo nos custos na cadeia de suprimentos, quando o modelo levou em consideração a avaliação dos fornecedores. Por este modelo, pode-se inferir que, quando os fornecedores de agricultura familiar possuem uma avaliação positiva, pode significar uma vantagem competitiva para eles, o que pode ser observado pela análise de fornecimento, onde os fornecedores AF com desempenho superior fornecessem em todos os casos, enquanto os fornecedores AGRO tendem a cair o nível de fornecimento quando existe a imposição do selo social. Outro aspecto contemplado, na ótica

oposta é que, quando os fornecedores AF possuem um desempenho inferior, eles não deixam de fornecer por completo enquanto os fornecedores AGRO que possuem um desempenho inferior não fornecem em nenhum dos casos por possuírem dois pontos negativos na ótica de decisão do modelo..

Diversos jornais noticiam que o preço do biodiesel varia em torno de R\$ 2.36 (ANP, 2009) por litro para a distribuidora. Levando em consideração estes valores, pode-se observar que o custo de transporte tem um impacto reduzido neste preço, algo inferior à 5%. Assim, pode-se observar que a utilização de critérios de certificação e competitividade não possui impactos significativos nos custos de transportes. A grande preocupação é garantir o fornecimento de MP por parte dos produtores, atual gargalo constatado no sistema.

Porém, se houverem investimentos por parte do setor empresarial e do governo nestes pequenos produtores, pode tornar este fornecimento mais confiável. Além disso, a utilização deste negócio em larga escala por representar um impacto social positivo na distribuição de renda e desenvolvimento da região.

Por último, se o Brasil tem potencial para exportar este tipo de combustível, é necessário aproveitá-lo e, para tanto, aproveitar esta vantagem competitiva que o Brasil tem pode ser decisivo para o sucesso do negócio e desenvolvimento desta cadeia.

## **Referências**

ALBERTIN, M.R. **O Processo de Governança em Arranjos Produtivos: o caso da cadeia automotiva do RGS.** Tese de Doutorado. PPGEF. UFRGS. Porto Alegre. 2003.

CARMO, B. B. T., ALBERTIN, M. R., DUTRA, N. G. S. E RODRIGUES, M. V. **Análise da viabilidade tecnológica da cadeia produtiva do biodiesel no estado do Ceará.** Revista GEPROS, ano 3, vol. 2, 2008.

HOLANDA, F.A. **Biodiesel e Inclusão Social.** Brasília, 2006.

HOWELL, S. E JOBE, J. **O Estado da arte da indústria do biodiesel.** In. Manual de Biodiesel. Ed. Edgard Bluncher, Curitiba, Paraná, Brasil, 2006.

JANK, M. S. **Dinâmica e perspectivas dos biocombustíveis no Brasil e no mundo.** Disponível em: <http://www.iconebrasil.com.br/arquivos/noticia/1266.pdf>. São Paulo. Recuperado em: 15/03/2007.

OECD. **Economic Assessment of Biofuel Support Policies.** Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris, 2008.

PORTER, M. E. **Clusters and competition: New agenda for companies, governments and institutions.** In On Competition. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

SLACK, N., CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

YUSUF, Y. Y., GUNASEKARAN, A., ADELEYE, E. O., SIVAYOGANATHAN, K. **Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives.** European Journal of Operational Research 159 (2004) 379–392