

# Uso da lógica Fuzzy para avaliação da logística reversa no grau de competitividade do mercado varejista brasileiro

## RESUMO

*A Logística reversa trata dos fluxos contrários aos da logística direta, em que a empresa se responsabiliza pelo produto, mesmo após sua venda. O objetivo deste trabalho é avaliar o grau de competitividade das empresas baseado na prática da logística reversa, inferido pelo resultado da aplicação do Método Fuzzy que permite tratar as incertezas inerentes ao processo decisório, combinando os critérios de alguns consumidores, sendo neste trabalho quatro especialistas das áreas de administração e marketing e dois clientes, criteriosos em suas escolhas de compra. Os critérios de qualidade definidos na construção do grau de competitividade nesta investigação são, além do preço, os associados aos requisitos mais básicos da prática da logística reversa, quais sejam: as facilidades disponíveis e a clareza das regras para a devolução de produtos. São aqui avaliadas três alternativas dentre as empresas de varejo multimarcas em atividade no Brasil, inclusive a empresa Ponto Frio que acaba de ser comprada pelo Grupo Pão de Açúcar para compor a maior rede varejista do Brasil e seus maiores competidores, o Carrefour e as Casas Bahia. Os resultados mostram que a logística reversa é fator essencial aos empreendimentos varejistas, já que a decisão se mostra tão influenciada por esse critério quanto pela disputa de preço.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística reversa. Competitividade. Lógica Fuzzy.

## 1. INTRODUÇÃO

Para Leite (2003, p. 4), “A logística empresarial tem concentrado seu foco de estudo principalmente no exame dos fluxos da cadeia produtiva direta, ou seja, naqueles que vão desde a matéria prima até o consumidor final”. Com a crescente volatilidade e exigências nos ambientes de alta concorrência, as empresas estão se obrigando a utilizar novas e dinâmicas estratégias em todos os setores da organização.

A logística reversa se concentra principalmente no exame dos fluxos reversos, ou seja, nos fluxos em sentido inverso ao da cadeia direta, sendo uma estratégia muito competitiva que tem ganhado espaço entre as organizações.

Rogers e Tibben-Lembke (1999 apud LEITE, 2003, p.15), definem a logística reversa como: “O processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição”.

Quando a empresa pratica a logística reversa, ela agrega valor à sua imagem, principalmente pela essencialidade da preservação dos meios naturais. A imagem de uma empresa define quem ela é, como se parece e como é definida pelos clientes. Para uma melhor percepção de seus clientes, as empresas devem encontrar um diferencial que as tornem competitivas e estima-se que a logística reversa pode contribuir fortemente para a projeção da imagem das empresas que a praticam, fazendo com que o consumidor final tenha uma opinião positiva em relação à organização. É possível, portanto, por meio das soluções que a logística reversa oferece a consolidação uma imagem institucional positiva e ambientalmente responsável.

Porém, o que normalmente acontece é que tais ganhos não são quantificados, fazendo com que o empreendedor pouco perceba da importância de sua prática nas organizações. Ou seja, os fluxos logísticos de pós-venda, por si só, podem agregar valor à imagem corporativa das organizações, mas há grande dificuldade em quantificar esse valor.

Com base nesse contexto foi definido o seguinte problema: Como quantificar a importância da logística reversa e do uso da imagem da prestação de serviços pós-venda na determinação do grau de competitividade das empresas?

As práticas de pós-venda têm sido adotadas pelas empresas por diferentes objetivos estratégicos; um deles é o aumento da competitividade no mercado pela diferenciação de serviços.

A proposta deste artigo é avaliar como a Lógica Fuzzy pode quantificar os ganhos de imagem que cada empresa obtém praticando os processos da logística reversa. Tal método é aplicado seguindo esta ordem: determinação das alternativas, determinação dos atributos, aplicação do Método Fuzzy e escolha da melhor alternativa.

O Método Fuzzy é uma extensão da lógica booleana, onde se admite infinitos valores lógicos intermediários entre o totalmente falso e o totalmente verdadeiro, ou seja, qualquer valor num intervalo entre 0 e 1. É muito utilizada para avaliar imprecisões e permite tratar de uma maneira simples as incertezas inerentes ao processo de decisão.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 LOGÍSTICA**

A logística empresarial, como é tratada habitualmente a logística, é uma área de crescente interesse que tem concentrado seu foco de estudo principalmente no exame dos fluxos da cadeia produtiva direta, ou seja, naqueles que vão das matérias-primas primárias ou virgens ao consumidor final.

Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor. (NOVAES, 2007, p.35).

Kobayashi (2000) afirma que o objetivo de um bom sistema logístico é movimentar e distribuir produtos de modo que cheguem aos clientes satisfazendo-os plenamente, de modo econômico e rápido.

### **2.2. LOGÍSTICA REVERSA**

Uma forma comumente utilizada para definir Logística Reversa é a adaptação da definição de Logística Tradicional, mas considerando o fluxo de retorno de produtos e o objetivo ambiental da sua prática. Assim, poder-se-ia definir Logística Reversa como o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de destino até o ponto de origem, com o objetivo de dar destinação ambientalmente adequada aos produtos. Tal definição encontra eco nos principais autores do tema.

As empresas têm buscado, seja por obrigação legal, ou mesmo pela percepção da importância estratégica dos ganhos de imagem com a Logística Reversa, contribuir cada vez mais para a redução do impacto de suas atividades com a prática de serviços logísticos pós-venda, em geral destinando produtos de forma ambientalmente adequada de volta à cadeia logística direta.

Leite (2003) classifica a logística reversa em duas áreas de atuação: logística reversa de pós-venda e logística reversa de pós-consumo. A logística reversa pós-venda se ocupa de bens devolvidos por questões de garantia e relacionados ao direito de devolução do consumidor, enquanto a de pós-consumo se ocupa de produtos já inservíveis para a utilização que foi originalmente produzido e deve, portanto ser reaproveitado no mesmo ou em outros processos produtivos como matéria prima.

Ainda segundo Leite (2003), o aumento da velocidade de descarte dos produtos de utilidade após seu primeiro uso, motivado pelo nítido aumento da descartabilidade dos produtos em geral, não encontrando canais de distribuição reversos pós-consumo devidamente estruturados e organizados, provoca desequilíbrio entre as quantidades de resíduos descartados e os reaproveitados, gerando um enorme crescimento de produtos pós-consumo e pós-venda.

### 2.3. IMAGEM CORPORATIVA

Para que o conceito de imagem corporativa seja perfeitamente compreendido, também é necessário o entendimento sobre identidade corporativa, que se define pelo conjunto de características, ou atributos que são únicos para cada empresa e a tornam diferente das demais para a percepção de seus clientes.

A imagem, por sua vez, é a forma particular com que esse mesmo cliente enxerga cada produto ou serviço de uma empresa e associa tal percepção à imagem corporativa como um todo. Ou seja, a imagem dos produtos ou serviços da empresa faz parte de um conjunto mais amplo de características que definem sua identidade corporativa junto a seus clientes. Um cliente que compra um produto defeituoso pode associar a imagem deste produto à imagem da empresa como um todo, passando a enxergá-la como se fosse o próprio produto. Os conceitos acima mostram como a imagem de produtos e serviços podem afetar a imagem corporativa ou a forma como sua identidade é vista pelos seus clientes.

O conjunto de ações da empresa, ao longo do tempo, refletirá no aspecto mais amplo da imagem percebida pelos seus clientes, assim como também causará o mesmo efeito a qualidade de cada um dos produtos que comercializa ou dos serviços que presta. Para Ade (2001), identidade é realidade; imagem é percepção. Identidade molda imagem e a imagem reflete identidade. Para León (2007, p. 2), “a imagem de uma empresa é um elemento definitivo que apóia toda gestão de diferencial e posicionamento. É a própria essência que marca como uma empresa quer ser vista pelo público-alvo ao qual se direciona”, e ainda “A imagem corporativa refere-se a como uma empresa é vista, quem ela é, o que é, o que faz e como faz. É uma imagem geralmente aceita sobre o que uma empresa ‘significa’. A criação de uma imagem corporativa é um exercício no sentido da percepção”.

### 2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

A seguir, um resumo dos métodos mais conhecidos de análise e apoio à definição de alternativas.

#### 2.4.1. Método de Análise Hierárquica

Para Saaty (1991), o método de análise hierárquica permite atribuir pesos, onde valores numéricos não podem ser obtidos diretamente. Sendo assim, trabalha-se com uma matriz de comparação, onde é avaliada a importância de uma característica sobre a outra, utilizando-se para isto uma escala adequada.

Ao se deparar com um problema de comparação entre vários elementos de um conjunto a mente humana cria um processo de hierarquização. Baseado nisso, a Análise Hierárquica é um método onde o problema analisado é estruturado hierarquicamente, sendo que no nível mais alto está o objetivo principal do estudo, nos níveis seguintes estão os critérios (propriedades através das quais as alternativas serão avaliadas) e no nível mais baixo estão as alternativas a serem decididas. (CARVALHO, MINGOTI, 2005, p. 4).

Ainda segundo Saaty (1991), a tarefa mais significativa nesta análise de decisão é a escolha dos fatores, procurando sempre ser coerente nas escolhas das alternativas, dos critérios sem indicadores para enquadrar nas necessidades para decisão.

Com o método proposto pelo autor, define-se o grau de importância para cada elemento escolhido, como igual importância, pequena importância, grande importância e assim por diante. Logo, classificar cada numeração facilita a orientação da decisão no sentido de optar-se pela melhor compra, através da escala de comparação.

#### 2.4.2. Método da Preferência Declarada

A técnica de Preferência Declarada refere-se a uma família de técnicas, que utiliza declarações de indivíduos sobre suas preferências, dentro de um conjunto de alternativas hipotéticas, objetivando estimar funções utilidade (BARROSO, NOBRE JÚNIOR e ARRUDA apud KROES e SHELDON, 1988).

A técnica de Preferência Declarada tem provido uma estrutura mais efetiva para modelos de escolha de modo. Ela permite que variáveis qualitativas sejam incorporadas ao modelo, além de dar uma maior flexibilidade a estes. Ela é baseada na teoria econômica do consumidor, na teoria da utilidade aleatória e nos modelos de escolha discreta, as quais dão os fundamentos teóricos que visam determinar os pesos das variáveis no processo de escolha de uma alternativa. (BARROSO, NOBRE, ARRUDA, 2003, p. 2).

#### 2.4.3. Método Fuzzy

Segundo Silveira et al (2004, p. 5), “A lógica clássica aristotélica é bivalente, isto é, reconhece somente dois valores: verdadeiro ou falso, enquanto a lógica Fuzzy é multivalorada, ou seja, reconhece diversos valores, assegurando que a verdade é uma questão de ponto de vista ou de graduação.”

Os sistemas Fuzzy têm sido utilizados, nos últimos anos, para tratar os problemas que envolvem imprecisão. No entanto, algumas vezes é difícil para o especialista representar seu conhecimento através de números reais. Além disso, quando a aquisição do conhecimento é realizada entre vários especialistas, é comum a diferença entre alguns valores de pertinência fornecidos pelos mesmos. Dessa forma, é necessária uma alternativa para determinar qual o melhor valor que representa a cada situação.

Segundo Kickert (1978), a teoria dos conjuntos difusos foi criada pelo professor Lofti Zadeh, professor da Universidade da Califórnia em Berkeley, quando, em 1965, publicou o artigo intitulado Fuzzy Sets como uma alternativa genérica à lógica convencional, chamada Crisp. Zadeh coloca a questão do verdadeiro/falso como a pertinência de um determinado elemento a um desses conjuntos. A pertinência, no âmbito de 0 a 1, pode ser falsa (zero), verdadeira (um), ou ainda passar pelos infinitos valores entre um e outro. Como a lógica difusa é mais abrangente e inclui os valores aceitos pela lógica Crisp, considera-se a lógica Crisp como um caso particular da lógica difusa.

A lógica Fuzzy é multivalente, isto é, reconhece um grupo de valores para cada variável, assegurando que a verdade é uma questão de “ponto de vista” e define o

grau de veracidade em um intervalo numérico [1,0]. Este método, através de graus de certeza que são atribuídos às variáveis lingüísticas, permite o tratamento das incertezas dos termos lingüísticos utilizados. (KOMAROVA, 2000, p. 73).

Para se aplicar um sistema Fuzzy são necessárias três etapas: fuzzificação, inferência Fuzzy e defuzzificação. Um dos métodos de defuzzificação mais utilizados é o do centro dos máximos, que determina o valor mais típico para cada termo e a partir daí calcula o valor que reflete o melhor compromisso com o resultado da inferência Fuzzy.

A figura 1 mostra as etapas seguidas para a execução deste trabalho. Estas etapas estão descritas e explicadas na metodologia apresentada.

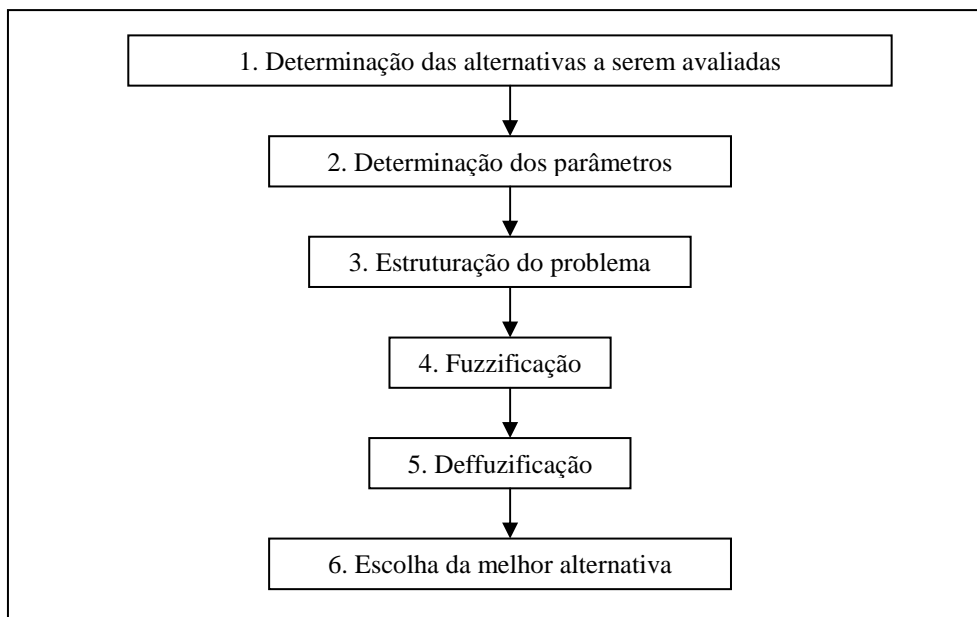


Figura 1. Fluxograma do procedimento proposto.  
Fonte: Elaboração dos autores.

### **3. ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA REVERSA NO GRAU DE COMPETITIVIDADE ENTRE EMPRESAS VAREJISTAS MULTIMARCAS**

#### **3.1. DETERMINAÇÃO DAS ALTERNATIVAS**

A escolha se deu entre varejistas de departamento e varejo multimarcas de abrangência nacional. Foram selecionadas três empresas que vendem o mesmo tipo de produto e que têm facilidades logísticas e regras de devolução a serem oferecidas para o cliente. São elas: Carrefour, Casas Bahia e PontoFrio.com.

#### **3.2. DETERMINAÇÃO DO PRODUTO**

O produto escolhido foi Fogão a gás, de piso; inox, quatro bocas; acendimento automático total; timer sonoro, mesa de aço; forno autolimpante com duas grades autodeslizantes. A escolha se deu devido à essencialidade de sua utilização e pela dificuldade que os clientes encontram para devolvê-lo, caso haja necessidade.

#### **3.3. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS**

Os parâmetros são ligados à logística reversa e foram selecionados com base na literatura sobre o tema e nos trabalhos já desenvolvidos na UCB. Esses parâmetros são

qualitativos e quantitativos e representa o grau de competitividade das empresas em seus serviços de logística reversa pós-venda associados, conforme a seguir:

- i. Preço do produto – quantitativo;
- ii. Facilidades de logística (reversa / pós-venda) – qualitativo; e
- iii. Regras de devolução – qualitativo.

### 3.4. AMOSTRA

A amostra será não probabilística por acessibilidade, onde é escolhida pela facilidade de acesso aos pesquisados. A aplicação da lógica Fuzzy não exige uma amostra representativa do universo, já que a quantificação proporcionada pelo método reflete tão somente a opinião dos especialistas consultados. Somente quando necessário que a opinião quantificada seja representativa de todo o universo de clientes é que se consultaria um universo maior de pesquisados.

### 3.5. ESTRUTURAÇÃO

Trata-se de uma estrutura simples, já que o objetivo principal deste trabalho é apresentar a aplicabilidade do método como proposição para aplicação em problemas de escolha de alternativas baseada em múltiplos parâmetros da qualidade de prestação de serviços. O problema, apresentado no esquema da figura 2, a seguir, é composto por:

- Três variáveis de entrada (VE):
  - i. Preço;
  - ii. Facilidades logísticas de devolução; e
  - iii. Transparência das regras de devolução.
- Uma variável de saída (VS):
  - i. Grau de competitividade.

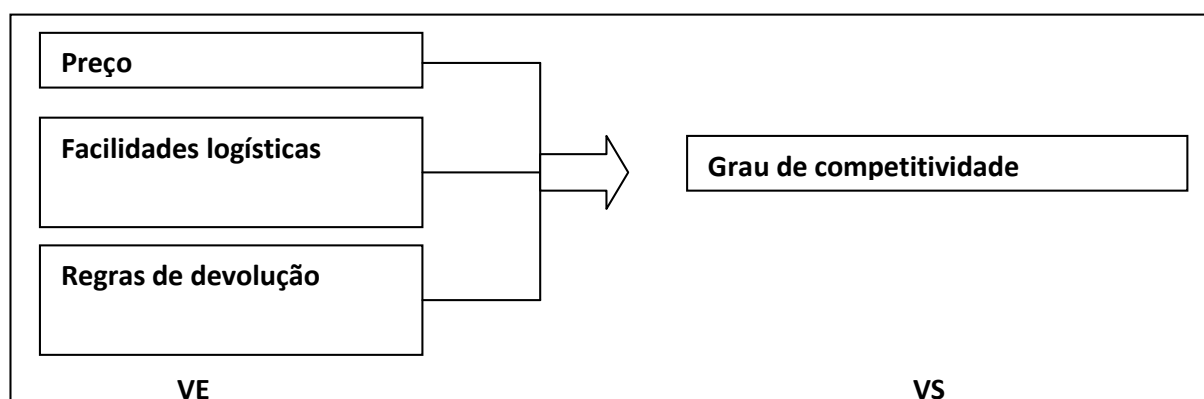


Figura 2. Estruturação do problema.

Fonte: Elaboração dos autores.

### 3.6. FUZZIFICAÇÃO

A fuzzificação, ou determinação dos conjuntos Fuzzy para cada variável de entrada e de saída é da seguinte forma:

- a) Determinação dos Termos Lingüísticos dos Conjuntos que Caracterizam cada Variável Quantitativa, o Preço.

Para os preços, foi determinada uma escala real, que varia em faixas menor que R\$ 750,00 até maior que R\$ 1.000,00 de acordo com o produto escolhido para comparação, que é um fogão, conforme descrição anterior.

b) Determinação dos Termos Lingüísticos dos Conjuntos que Caracterizam cada Variável Qualitativa São Três: Facilidades Logísticas, Regras de Devolução e Grau de Competitividade.

Para essas variáveis foram dadas uma escala de 0 a 10 para cada um dos parâmetros escolhidos. Os termos lingüísticos para facilidades logísticas, regras de devolução e grau de competitividade são: baixa, média e alta.

c) Elaboração dos questionários para obter opiniões dos especialistas sobre os termos lingüísticos determinados para cada parâmetro envolvido.

Foram avaliadas as opiniões de seis especialistas, sendo: dois profissionais da área de administração, dois da área de marketing e dois clientes bastante criteriosos. Para obter as respostas dos entrevistados foram apresentados portfólios de cada uma das empresas e um portfólio de preços, onde continham informações relacionadas à política de troca e devolução de produtos e também sobre as regras de devolução de cada uma.

Todas as informações contidas nesses portfólios foram adquiridas por meio de pesquisas em sites, chats on-line, telefonemas às centrais de atendimento e visitas a cada uma das empresas. Fez-se necessário a leitura dos portfólios, para que se tivessem parâmetros para responder a cada um dos questionários.

Esses questionários avaliaram a opinião dos especialistas sobre a pertinência dos termos lingüísticos aplicados aos parâmetros para se obter o grau de competitividade e foram divididos em três etapas, sendo dois utilizados na etapa de fuzzificação e um no processo de inferência.

A seguir serão mostradas apenas partes dos questionários aplicados e dos blocos de inferência. Para melhor análise de cada um, as versões completas estão dispostas nos apêndices.

- O primeiro questionário foi aplicado a fim de se avaliar a nota atribuída para cada empresa, baseado no preço, nas facilidades logísticas e nas regras de devolução que cada uma oferece, e tem a forma apresentada na Tabela 1.

Quadro 1. Notas atribuídas ao Carrefour para facilidades logísticas e regras de devolução.

Carrefour										
Avaliadores/Notas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					X					

Fonte: Elaboração dos autores.

- O segundo questionário se presta a avaliar a opinião de cada especialista em relação ao preço, com base nos portfólios apresentados e em relação às notas atribuídas de maneira geral às facilidades logísticas, às regras de devolução e ao grau de competitividade de cada empresa.

Para isto foram desenvolvidos dois modelos, um para o preço, onde são avaliadas cada faixa de preço e outros três para critérios qualitativos de facilidades logísticas para devolução, regras de devolução e grau de competitividade.

O modelo quantitativo de preço pode ser visto na Tabela 2, enquanto o modelo qualitativo pode ser visto na Tabela 3, com a ressalva que aqui é apresentada somente a opinião de um entrevistado e, na identificação do grau de certeza, a totalização da opinião de todos os entrevistados.

Posteriormente foi calculada a porcentagem de respostas afirmativas para cada faixa de preço e para cada termo lingüístico, que representam o grau de certeza com que cada resposta pode ser avaliada pelos termos lingüísticos propostos.

Esses graus de certeza serviram como dados para a construção dos gráficos que representa cada conjunto Fuzzy.

Quadro 2. Formação dos conjuntos Fuzzy do parâmetro de entrada “preço”, quantitativo.

Preço								
Avaliadores	Termo							
	Lingüístico	< 750	751-800	801-850	851-900	901-950	951-1000	>1000
1	Baixo	1	1	0	0	0	0	0
	Médio	0	0	1	1	0	0	0
	Alto	0	0	0	0	1	1	1
Grau de Certeza	Baixo	85%	66%	0%	0%	0%	0%	0%
	Médio	15%	17%	66%	66%	17%	0%	0%
	Alto	0%	17%	34%	34%	33%	100%	100%

Fonte. Elaboração dos autores

Quadro 3. Formação dos conjuntos Fuzzy do parâmetro de entrada “facilidades logísticas”, qualitativo.

Facilidades Logísticas											
Avaliadores	Termo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Lingüístico										
1	Baixo	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Médio	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	Alto	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Grau de Certeza	Baixo	100%	100%	83%	50%	34%	34%	17%	17%	17%	0%
	Médio	0%	0%	17%	50%	66%	66%	50%	17%	0%	17%
	Alto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	66%	83%	83%

Fonte. Elaboração dos autores

Depois de calculados todos os graus de certeza de cada um dos parâmetros, são feitos os gráficos para cada um deles. Essa etapa é muito importante para o processo de defuzzificação, onde servirão de base para a utilização do Método Centro dos Máximos, que será explicado no item 3.6 deste trabalho.



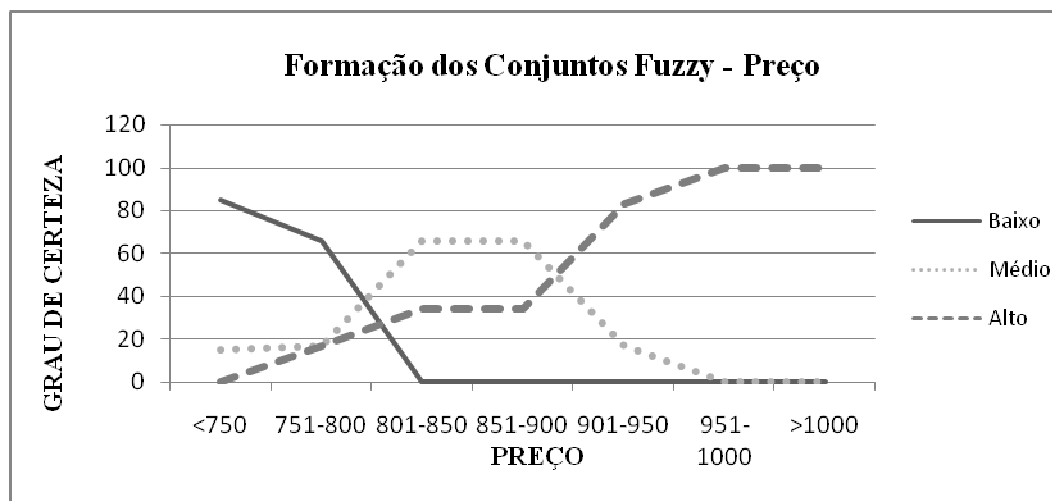


Gráfico 1: Conjunto Fuzzy do parâmetro 'preço'.  
Fonte: Elaboração dos autores.

### 3.7. PROCESSO DE INFERÊNCIA

Após a determinação dos vetores lingüísticos dos parâmetros de entrada, estes são agrupados para a formação das regras Fuzzy para cada bloco de inferência (BI). As regras são construídas pela combinação dos termos lingüísticos dos parâmetros que constituem cada bloco. Neste caso, serão vinte e sete.

Para explicar melhor a formação das regras, toma-se como exemplo a regra nº 1. Na parte SE, chamada de agregação, combinam-se as condições “Preço = BAIXO”, “Facilidades logísticas = BAIXA” e “Regras de devolução = BAIXA”, o que define se a regra é válida para o seguinte caso ou não. Já na parte ENTÃO, ou de composição, define-se o resultado da avaliação, dando um valor lingüístico para o parâmetro de saída, neste caso, “Grau de Competitividade = MÉDIO”.

Estas regras precisam ser acompanhadas dos respectivos fatores de certeza (FC), que representam o grau para o qual o resultado da avaliação é válido e se origina na adequação de cada regra para o caso analisado. O valor do FC é obtido da média aritmética das respostas atribuídas por cada avaliador para cada regra.

Quadro 4. Bloco de inferência 1.

Regra	SE			ENTÃO	FATOR DE CERTEZA						
	Preço	Facilidades Logísticas	Regras claras de devolução	Grau de competitividade	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	Média
1	Baixa	Baixa	Baixa	Médio	0,8	0,7	1	0,7	0,4	0,5	0,6833

Fonte: Elaboração dos autores

Utilizando as regras de inferência e os respectivos fatores de certeza para cada uma delas, passa-se a determinar o grau de certeza de cada regra mediante o processo de agregação, onde é aplicada a seguinte equação:

$$\text{Agregação da regra "n"} = \text{FCn} \cdot \text{MIN}\{\text{GdCVExn}, \text{GdCVEyn}\} \quad 3.1$$

Onde,

FCn = Fator de Certeza da regra “n”

GdCVExn = Grau de Certeza da Variável de Entrada “x” da regra “n”

$GdCVEyn$  = Grau de Certeza da Variável de Entrada “y” da regra “n”

Daí é extraído o valor mínimo entre cada parâmetro e multiplicado pela média aritmética do fator de certeza.

Quadro 5. Bloco de inferência 2

AGREGAÇÃO
$GdCVS_z = FC_n \cdot \text{MIN} \{ GdCVEx_n, GdCVEy_n \}$
Regra 1 = $FC1 \times \text{MIN} \{ \text{BAIXO}, \text{BAIXA}, \text{BAIXA} \} = 0,68 \times 0,00 = 0,00$

Fonte. Elaboração dos autores

Posteriormente, no processo de composição das regras, verifica-se o valor máximo de agregação para as variáveis lingüísticas (no caso Baixo, Médio e Alto) em cada regra, referente ao Grau de Competitividade, obtendo-se o vetor lingüístico que caracterizará o parâmetro de saída do bloco para cada empresa analisada.

Quadro 6: Bloco de inferência 2.

COMPOSIÇÃO
Máximo dos Mínimos
$GdCponto_{frio} = \text{MAX} [ FC1 \text{ MIN} ( GdCbaixo; GdCmédio; GdCalto) \dots, FC27 \text{ MIN} ( GdCbaixo, GdCmédio, Gd Calto) ]$
$GdCponto_{frio} = \{ \text{BAIXO} = 0,48; \text{MÉDIO} = 0,45; \text{ALTO} = 0,15 \}$

Fonte. Elaboração dos autores

### 3.8. DEFFUZIFICAÇÃO

Depois de obtidos os vetores lingüísticos para o parâmetro de saída e os graus de certeza associados a ele, passa-se à defuzzificação, que permite obter um valor numérico do “Grau de competitividade” para cada alternativa com o objetivo de compará-las entre si.

Um dos métodos de defuzzificação mais utilizados é o do centro dos Máximos, que determina o valor mais típico para cada termo e a partir daí calcula o valor que reflete o melhor compromisso com o resultado da inferência Fuzzy. Para chegar ao valor do grau de competitividade de cada uma das empresas foi utilizada a equação.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n GdCi \cdot Xi}{\sum_{i=1}^n GdCi} \quad 3.2$$

Onde,

$D$  = Valor defuzzificado (no caso “Grau de Competitividade”)

$GdCi$  = Grau de Certeza de Cada variável lingüística (no caso, Baixo, Médio e Alto);

$Xi$  = Coordenada horizontal referente ao centro do segmento máximo de cada variável lingüística do conjunto Fuzzy da Variável de Saída (Grau de Competitividade).

A tabela 7 traz os um exemplo de cálculo do Grau de Competitividade para Casas Bahia.

Quadro 7. Bloco de inferência 2

$GC \text{ casabahia} = (0,39 \times 1,5) + (0,33 \times 7,2) + (0,21 \times 9,5) / (0,39 + 0,33 + 0,21) = (0,585 + 2,376 + 1,995) / 0,93 = 4,956 / 0,93 = 5,32$
--

Fonte. Elaboração dos autores

A título de ilustração, o Gráfico 2 mostra a formação dos conjuntos Fuzzy para a Variável de Saída “Grau de Competitividade” em que é possível identificar o centro do segmento máximo para cada variável linguística.

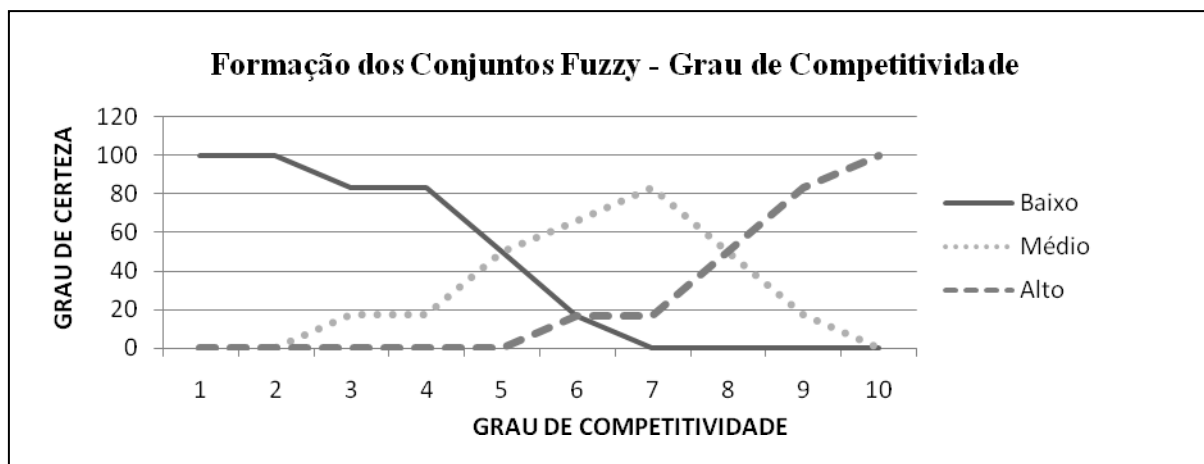


Gráfico 2. Formação do conjunto Fuzzy “Grau de Competitividade”

#### 4. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO: ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA

Depois de aplicados os questionários e feito todo o processo de fuzzificação, inferência e defuzzificação obtiveram-se as seguintes respostas apresentadas na Tabela 8:

Quadro 8: Graus de certeza atribuídos a cada termo lingüístico, para cada alternativa

Grau de Certeza				
Parâmetros	Termos Linguísticos	Carrefour (%)	Casas Bahia (%)	PontoFrio.com (%)
Preço	Baixo	0	66	0
	Médio	66	17	17
	Alto	34	17	83
Facilidades logísticas	Baixo	66	0	50
	Médio	34	75	50
	Alto	0	25	0
Regras de Devolução	Baixo	83	50	34
	Médio	17	50	66
	Alto	0	0	0

Fonte. Elaboração dos autores

- Observa-se para o Carrefour, que 0% dos avaliadores acharam que o termo lingüístico para preço é baixo, 66% concluíram que as facilidades logísticas são médias e 83% que as regras de devolução também são baixas.
- Já para as Casas Bahia, 66% dos entrevistados entendem que o preço é baixo, 75% concluiu que a empresa possui facilidades logísticas médias e 50% que as regras de devolução são médias.
- Para o PontoFrio.com, 83% dos entrevistados avalia que o preço é alto, 50% que as facilidades logísticas são médias e 66% que as regras de devolução são médias.

Depois de analisado esses percentuais, foram calculados os graus de certeza para cada parâmetro, baseado nos dados obtidos na tabela acima. Em seguida, multiplicou-se o fator de certeza de cada regra pelo valor mínimo entre cada termo lingüístico dessa mesma regra.

Assim, obtiveram-se respostas para cada uma das vinte e sete regras de cada uma das empresas.

O próximo passo foi achar o valor máximo, dentre os valores mínimos aplicados a cada regra e calcular o grau de competitividade de cada empresa. Para isso foi utilizado o método máximo dos mínimos, onde se pega o maior valor dentre os menores valores obtidos em cada grau de certeza.

Então se chegou ao Grau de Competitividade de cada empresa, conforme tabela 9 e que são analisados separadamente, por empresa, a seguir:

Quadro 9: Grau de Competitividade de cada empresa

<b>Empresas</b>	<b>Grau de Competitividade</b>
<b>Carrefour</b>	<b>3,58</b>
<b>Casas Bahia</b>	<b>5,32</b>
<b>PontoFrio.com</b>	<b>4,98</b>

Fonte. Elaboração dos autores

a) Carrefour

O Carrefour possui uma margem para crescimento muito alta, levando em consideração que a escala vai de 1 a 10, a empresa obteve nota 3,58. O preço está numa faixa de médio a alto o que influencia bastante seu grau de competitividade.

As facilidades logísticas e as regras de devolução estão com percentuais elevados para o termo linguístico baixo, o que reduz a competitividade em relação às outras empresas analisadas.

Pode-se sugerir que esta empresa melhore todo o serviço, ou seja: abaixe os preços, aumente as facilidades logísticas e facilite as regras de devolução para que o grau de competitividade também se eleve.

b) Casas Bahia

As Casas Bahia, apesar de ter obtido maior nota, não pode se considerar referência de qualidade no mercado, assim como no caso do Carrefour, a margem para crescimento é alta. A empresa tem uma vantagem muito grande em relação às outras duas empresas que é o preço mais baixo, porém, 75% dos avaliadores acham que as facilidades logísticas estão dentro do termo linguístico médio e a metade acha que as regras de devolução variam entre os termos linguísticos baixo e médio.

A empresa ainda oferece facilidades logísticas para a devolução dos produtos em um bom nível de qualidade, ou seja, o serviço de buscar o produto em casa, caso o cliente necessite devolvê-lo, acaba sendo reconhecido por ele, mas ela não apresenta regras claras de devolução, especialmente por escrito, o que reduz a confiabilidade de seus clientes na hora de solicitar o serviço.

c) Ponto Frio.com

Já o PontoFrio.com é o que tem o maior preço, mas não é o que tem o menor grau de competitividade, o que comprova que as pessoas não estão preocupadas apenas com preço, mas também com a comodidade que as empresas oferecem no serviço pós-venda. As opiniões se dividiram por igual em relação às facilidades logísticas, mostrando que 50% dos avaliadores acham que são baixas e os outros 50% que são médias.

Neste caso, as regras de devolução são claras e transparentes e o consumidor pode encontrá-las facilmente no site da empresa. Isso eleva o nível de confiabilidade e grau de competitividade do PontoFrio.com.

Com a aplicação do Método, é possível concluir que as empresas aqui estudadas têm uma margem muito grande para crescimento que elas próprias não enxergam. Facilidades logísticas para devolução é um quesito que poucos observam no momento da compra, mas que faz parte do cotidiano de consumidores que obtêm produtos com defeito ou que desistem da compra.

Outro ponto importante é que não adianta oferecer logística reversa e não oferecer as regras desse serviço por escrito e com transparência, se essas regras não estiverem claras não haverá credibilidade alguma.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

A Lógica Fuzzy encontra aplicação em diversos casos. De acordo com a bibliografia pesquisada, alguns casos limitam-se a considerar apenas o aspecto econômico, ou seja, consideram apenas o custo das alternativas. Outros, consideram todos os parâmetros envolvidos abordando o problema de um ponto de vista multicriterial e utilizando métodos para quantificar os parâmetros qualitativos para comparar as alternativas sob análise.

As áreas mais comuns de aplicação do método são: engenharia de controle para sistemas produtivos, transporte público e produtos de consumo. Percebe-se também que é possível aplicá-lo com bastante eficiência por exemplo, nos processo de decisão orçamentária de uma empresa, na administração de projetos, em recursos humanos, sempre como ferramenta de suporte à decisão.

O Método Fuzzy, como qualquer outro, apresenta vantagens e barreiras para ser aplicado. Dentre as vantagens destaca-se que dispensa ferramentas computacionais poderosas, já que pode-se obter uma resposta satisfatória com planilhas eletrônicas disponíveis no mercado.

Porém, há uma barreira muito grande para se entender o funcionamento do Método Fuzzy, uma vez que são necessários muitos cálculos, gráficos e tabelas, além da execução de todo o processo de fuzzificação, inferência e defuzzificação que causa impacto e gera receio inicial ao executá-lo. Mas, uma vez entendido e compreendido a aplicação do método, fica bastante fácil de utilizá-lo e aplicá-lo a qualquer área da pesquisa onde se possa avaliar alternativas através de multicritérios de avaliação.

Nos artigos pesquisados para a realização desse trabalho é comum encontrar problemas que tratam apenas o aspecto econômico. O procedimento proposto aqui consegue contemplar e avaliar como as empresas que praticam a logística reversa têm um grau de competitividade maior do que as que não praticam, levando em conta três parâmetros: preço, facilidades logísticas e regras de devolução.

A aplicação da Lógica Fuzzy se complica na medida em que aumenta o número de parâmetros e alternativas, quanto mais parâmetros e alternativas mais estável se torna o estudo. Através dessa metodologia foi possível tratar as incertezas inerentes ao processo de tomada de decisão, combinando os critérios de vários especialistas e utilizando para isto termos lingüísticos.

Devido às diferenças que podem existir nas opiniões dos entrevistados que participam do processo de avaliação, o resultado final pode variar dependendo da composição da equipe avaliadora, por isso, é muito importante que a escolha desse grupo seja bem selecionada e

dimensionada. É essencial que a leitura dos portfólios e as respostas atribuídas a cada questionário sejam feitas com bastante atenção para que não haja discrepâncias nas respostas obtidas.

O resultado final também depende da formação dos blocos de inferência: combinações diferentes podem dar diferentes resultados para o parâmetro de saída. O Método Fuzzy é perfeitamente aplicável para medir o Grau de Competitividade ou outros parâmetros de comparação, como por exemplo, grau de adequação de pessoas às atividades de uma empresa, grau de funcionalidade de uma ferramenta ou opção de decisão administrativa.

Quanto ao caso estudado neste artigo, pode-se concluir que a empresa Casas Bahia possui um grau de competitividade superior aos seus concorrentes: Carrefour e o PontoFrio.com. Porém, evidencia-se que todas apresentam serviços logísticos aquém das necessidades de seus clientes, já que o grau de competitividade, que pode variar entre 0 e 10 esteve em patamares medianos para todas as empresas avaliadas, dando uma margem importante de melhoria competitiva a todas elas.

É importante ressaltar também a importância crescente que a prestação de serviços vem tomando no processo decisório dos consumidores. A aplicação prática aqui apresentada mostra que a empresa com maior custo não é a que apresenta o menor grau de competitividade, ou seja, é possível cobrar um pouco mais pela prestação de um serviço pós-venda de melhor qualidade, ou ainda: o cliente já percebe um importante valor da logística agregado ao produto que adquire.

Os dois fatores qualitativos analisados têm aparentemente pesos semelhantes na opinião dos entrevistados, porém ambos com forte influência, junto ao critério “preço”, na tomada de decisão dos consumidores.

É fato que algumas empresas já estão, talvez intuitivamente, atentas a divulgar suas regras de devolução, bem como a disponibilizar serviços logísticos de coleta ou, no mínimo, facilidades para que o cliente possa devolver produtos que não atenderam suas expectativas.

Na recente aquisição da empresa Ponto Frio pelo Grupo Pão de Açúcar, é possível perceber o alto grau de competitividade no mercado varejista brasileiro. Em um ambiente hiper-competitivo, é a percepção do exato valor da qualidade dos serviços prestados que pode direcionar as ações estratégicas na busca pela satisfação dos clientes.

Recomenda-se que futuros estudos nesta área possam aplicar parâmetros intermediários de inferência, como “preço” e “acesso a financiamento” formando um grau de competitividade financeira e este junto com um “grau de competitividade em serviços pós-venda” formando um “grau de competitividade geral”.

Outra recomendação seria a aplicação do método Fuzzy em áreas pouco exploradas, como a de gestão de recursos humanos ou mesmo a de decisões financeiras, como busca por mecanismos de financiamento para micro empresas.

## REFERÊNCIAS

ADE, G. **Brand and identity the basics**. Disponível em: <<http://www.gnade.com/identitybasics.html/>>. Acesso em: 18 set. 2008.

ALVARENGA, Antônio Carlos; NOVAES, Antônio Galvão N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3. ed. Edgard Blücher, 2000.

BARROSO, C. A. M.; NOBRE JÚNIOR, E. F. e ARRUDA, J. B. F. **Determinação e estimação das variáveis de decisão, na conversão de veículos de pequeno porte para gás natural, utilizando a técnica de preferência declarada.** Disponível em: < <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/8029.pdf> >. Acesso em: 02 out. 2008.

CARVALHO, G. S. de; MINGOTI, S. A. **Manual do usuário: programas para realização da análise hierárquica.** Disponível em: < [http://www.est.ufmg.br/estatistica\\_industrial/manual%20do%20usu%20rio\\_an%20lise\\_hier%20rica.pdf](http://www.est.ufmg.br/estatistica_industrial/manual%20do%20usu%20rio_an%20lise_hier%20rica.pdf) >. Acesso em: 02 out. 2008.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos.** São Paulo: Atlas, 2006.

GARÇON, J. **Cresce preocupação ambiental em empresas.** Disponível em: < <http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=2950> >. Acesso em: 06 set. 2008.

KICKERT, W. J. M. **Fuzzy theories on decision-making: a critical review.** London: Martinus Nijhoff Social Sciences Division, 1978.

KOBAYASHI, S. **Renovação da logística: como definir estratégias de distribuição física global.** São Paulo: Atlas, 2000.

KOMAROVA, A. D. H. **Transporte multimodal de cargas: análise de alternativas.** Instituto Militar de Engenharia, 2000.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

Maritza I.; DE LEÓN, M. de. **A imagem corporativa como elemento de diferencial e posicionamento.** Disponível em: < <http://www.martindale-hubbell.com.br/a-imagem-corporativa-como-elemento-de-diferencial-e-posicionamento> >. Acesso em: 06 set. 2008.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Campus, 2007.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica.** Rio de Janeiro: Makron Books do Brasil, 1991.

SILVEIRA, A. M. et al. **Identificação de abordagens administrativas: um ensaio com lógica Fuzzy.** Disponível em: < <http://www.ufpa.br/ppgcc/ppgcc/files/File/REVISTA%20infocomp-duas-colunas%20para%20resubmiss.pdf> >. Acesso em: 06 set. 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.