



## **A IMPORTÂNCIA DA INTERMODALIDADE/MULTIMODALIDADE NO TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL: USO DA LÓGICA FUZZY COMO FERRAMENTA DE AFERIÇÃO.**

Área temática: Logística

**Alfredo Nazareno Pereira Boente**  
[professor@boente.eti.br](mailto:professor@boente.eti.br)

**Luís Otavio de Marind Ribeiro**  
[otavio1702@terra.com.br](mailto:otavio1702@terra.com.br)

**Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria**  
[fadoria63@gmail.com](mailto:fadoria63@gmail.com)

**Carlos Alberto Nunes Cosenza**  
[cosenza@pep.ufrj.br](mailto:cosenza@pep.ufrj.br)

**Resumo:** *Este artigo buscou identificar a questão da Intermodalidade/Multimodalidade no transporte de cargas no Brasil. Para tanto buscou-se um estudo acerca do transporte de arroz no corredor Vale do Jacuí/RS - Região dos Lagos/RJ, comparando as vantagens e desvantagens oriundas do uso da intermodalidade no transporte de cargas, onde foi aplicado o processo de simulação como ferramenta de teste inicial, com a situação atual brasileira através do uso do modal rodoviário, percebendo-se esse modo de transporte é adequado para longas distâncias com grande capacidade de carga, aumentando, dessa forma, os custos de transporte e os desperdícios que, por meio da intermodalidade/multimodalidade, vem proporcionar uma redução no custo logístico associado ao transporte. Como ferramenta de aferição utilizou-se a lógica fuzzy, a partir do modelo fuzzy proposto neste estudo a fim de se obter informações mais precisas acerca da pesquisa realizada.*

**Palavras Chaves:** *Logística, Transporte de cargas, Intermodalidade, Multimodalidade e Lógica Fuzzy.*

## 1. INTRODUÇÃO

O transporte intermodal é caracterizado pela operação logística de transferência de materiais entre diversos modais. De acordo com Ribeiro e Bouzada (2010, p.19) a intermodalidade/multimodalidade de transportes tem o potencial de reduzir custos nas operações logísticas, através do transporte de cargas, mas também de alterar outros indicadores de desempenho associados à operação.

O conceito de intermodalidade/multimodalidade está diretamente ligado a visão de sistemas relativos ao gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM - *Supply Chain Management*), buscando reduzir e eliminar, as interrupções no movimento contínuo de cargas e equipamentos de transporte, se possível, desde o ponto de origem ao local de destino.

Neste estudo, foi possível perceber, através da revisão de literatura, que países de grande dimensão utilizam transportes que permitam transportar grandes quantidades de cargas para longas distâncias e, que os diversos modos de transportes de carga, possuem características individuais que podem ser aproveitadas de acordo com cada necessidade.

O escoamento de carga no Brasil não funciona adequadamente, e isso acontece devido à falta de estrutura em outros modos de transporte que não o rodoviário, tornando o Brasil dependente da modalidade rodoviária de transporte de carga. O transporte rodoviário poderia ter seu funcionamento ainda mais adequado, caso fosse realizado somente em distâncias curtas e com pouca quantidade de cargas, promovendo a ligação entre modos de transportes com maior capacidade e apropriados a longas distâncias, como o modal ferroviário e o modal aquaviário, no nosso caso o de cabotagem, sendo possível, portanto o uso de uma intermodalidade ou multimodalidade (RIBEIRO e BOENTE, 2014).

Quando optamos pela intermodalidade/multimodalidade, nos é permitido desfrutar das vantagens de cada modal de transporte oferece para cobrir as desvantagens apresentadas pelos outros. Em outras palavras, na intermodalidade/multimodalidade os modos de transporte selecionados a partir da matriz modal se complementam.

Buscando uma exemplificação clara, podemos assumir a produção de grãos, que de certa forma possui estimativa previsível de quantidade e época da colheita. Constituem-se verdadeiros “trens rodoviários”, ou seja, fila de caminhões para se escoar a produção de diversos grãos. As filas formadas poderiam ser facilmente substituídas por trens de carga e/ou navios de carga. Em Ribeiro e Bouzada (2010), podemos verificar que com o uso da intermodalidade de transportes em um percurso específico, do Vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno, Arraial do Cabo (RJ), é possível serem transportadas 1.200t de arroz, com uma redução dos custos em perto de 50%. Diante dessa afirmativa podemos levantar a seguinte questão: Se é tão benéfico, porque não ser utilizado? A resposta encontrada durante a pesquisa foi que “dá muito trabalho gerenciar esse modelo de transporte de carga”. Esse estudo, portanto tem como principal objetivo, dar início a indagações a respeito do impacto causado nos custos de transporte de cargas, por decisões gerenciais humanas.

Outro fato de importância a ser citado, conforme afirmam Ribeiro e Bouzada (2010), é que a intermodalidade entre dois e três modais já é utilizada em alguns casos.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1. Modal de Transporte

A matriz modal, de acordo com Monteiro (1997, p.67), apresenta cinco modais de transporte: (1) Rodoviário; (2) Aeroviário; (3) Ferroviário; (4) Hidroviário e (5) Através de dutos.

Atualmente os tipos de modais utilizados são o rodoviário e o ferroviário, que formam o complexo terrestre; o marítimo, fluvial e lacustre, que são o complexo aquaviário; o aéreo e o dutoviário (MENDONÇA e KEEDI, 1997). Para Gomes e Ribeiro (2004), o modal rodoviário “é o mais expressivo no transporte de carga no Brasil, atingindo praticamente todos os pontos do território nacional”. Ele ainda afirma que este modal possui um ponto crítico: o alto valor do frete.

“Não existem dúvidas sobre a relevância do transporte ferroviário para o desenvolvimento do Brasil, porém algumas regras estabelecidas não favorecem a melhoria da eficiência operacional” (SOUSA; OLIVEIRA; RESENDE, 2009). Contudo, Paul e Rodrigues (2009) afirmam que a evolução da malha de transporte brasileira de 1969 até 2009 demonstrou uma sequência de reduções da malha ferroviária, chegando a 14,5%. No mesmo período, a malha rodoviária cresceu 180%.

Neste viés, Alban (2002, p 15) afirma que historicamente em 1888 foi outorgada a primeira concessão portuária a investidores privados, no caso o Porto de Santos. O serviço hidroviário tem sua abrangência limitada por diversas razões. As hidrovias domésticas estão confinadas ao sistema hidroviário interior, exigindo, portanto, que o usuário esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte (BALLOU, 1993). Gomes e Ribeiro (2004, p. 21) afirmam que o serviço hidroviário ainda é mais lento que o ferroviário”, ratificando, portanto, a necessidade de integração entres os modais.

Ribeiro e Boente (2014, p. 4) afirmam que o transporte dutoviário oferece um rol muito limitado de serviços e capacidade. Ainda, o modal aéreo só é viável em termos de urgência ou para transporte de itens com um alto valor unitário. Por ser um modal com tempo de entrega bem pequeno, possui um mercado específico.

O uso do palete tornou-se popular, devido à sua eficiência e flexibilidade em unitizar cargas, facilitando tanto o manuseio interno quanto a sua distribuição (BALLOU, 1993).

A integração de serviços com dois ou mais modais de transporte apresenta como característica marcante a livre troca de equipamentos entre os diversos modais.

Neste viés, DEMARIA (2004, p. 16) afirma que a multimodalidade tem um antigo relacionamento com o contêiner, que é um apropriado instrumento para esse tipo de transporte em face da facilidade no seu manuseio na troca de veículos transportadores.

O contêiner-padrão é uma peça de equipamento que é transferível para todos os modais de transporte de superfície, com exceção dos dutos. Como a carga em contêineres evita remanejamentos custosos de pequenas unidades de carga nos pontos de transferência intermodal e oferece serviço porta a porta quando combinado com caminhões, empresas de navegação agora têm navios portas-contêiner, de forma que serviços integrados navio-caminhão podem ser oferecidos. (BALLOU, 1993)

## 2.2. Intermodalidade x Multimodalidade

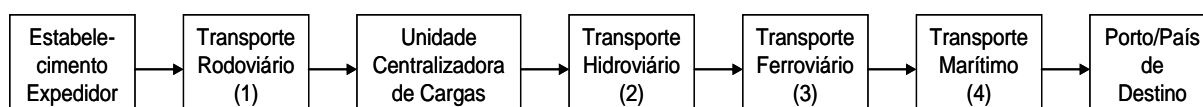
A intermodalidade caracteriza-se pela emissão individual de documento de transporte para cada modo, bem como pela divisão de responsabilidade entre os transportadores (RIBEIRO e BOENTE, 2014). Na multimodalidade, ao contrário, existe a emissão de apenas um documento de transporte cobrindo o trajeto total da carga, do seu ponto inicial (origem do embarque) ao seu ponto de destino (desembarque), ficando o operador multimodal responsável por todo o transporte (MENDONÇA; KEEDI, 1997; KEEDI, 2001; DEMARIA 2004).

O Brasil dispôs a Lei Nº 9.611/98, que tem o objetivo de reger o Transporte Multimodal de Cargas e que, além disso, criou a figura imprescindível do Operador de Transporte Multimodal (DEMARIA, 2004).

O Operador de Transporte Multimodal (OTM) é a pessoa jurídica que pratica contratos de transporte multimodal, nos quais atua como principal integrador dos modais envolvidos, podendo ser ou não um transportador (LOPEZ, 2000). Ele assume a responsabilidade pela execução desses contratos, pelos prejuízos resultantes de perda, danos ou avaria das cargas sob sua custódia, assim como pelos prejuízos decorrentes de atraso em sua entrega, sempre que houver prazo acordado.

A função de Operador de Transporte Multimodal deve ser ocupada por um Operador Logístico. Operadores logísticos devem existir desde o momento que esteja caracterizado a atividade de comércio (FALZARANO et al., 2007). Desta forma, além da realização das atividades necessárias para o reconhecimento como Operador Logístico, dois outros pontos são considerados importantes por Novaes (2001): o grau de sofisticação e avanço nas empresas prestadoras de serviço; e a oferta dos serviços de maneira coordenada e integrada.

A figura 1 ilustra um exemplo de operação multimodal, passo-a-passo. Estes passos começam no estabelecimento do expedidor, passando por um transporte rodoviário, por uma unidade de centralização de cargas, seguindo pelos transportes hidroviário, ferroviário e, por último, até o destino por marítimo. A movimentação das cargas entre o estabelecimento do expedidor e o próximo terminal a ser utilizado normalmente é realizada por caminhões, na medida em que a maioria dos estabelecimentos expedidores não está localizada junto aos terminais. Para essa movimentação, a legislação exige a confecção do manifesto de carga (LIMA; PASIN, 1999).



**Figura 1.** Exemplo de Operação Multimodal.

**Fonte:** Adaptação de Lima e Pasin (1999).

De acordo com Lima e Pasin (1999 apud Ribeiro e Boente, 2014, p. 12) a desvantagem de usar o transporte multimodal, está no oferecimento de novas rotas de transporte. Pode não estar somente na falta de estrutura de transportes do país e sim no extenso cipoal jurídico-burocrático, o que praticamente impossibilita o bom funcionamento do OTM, que é essencial para a redução dos gastos em transporte e do próprio “custo Brasil”.

### **2.3. Transportes no Agronegócio**

De acordo com Sproesser et al. (2009, p. 12), o agronegócio no Brasil passa por desperdícios no escoamento da produção, que vão desde o uso de transporte de forma indevida, uma vez que as possibilidades de uso são pouco conhecidas, até o desperdício quando os grãos caem do caminhão que o transporta.

De acordo com Dalmás (2008, p. 104), é possível constatar que 67% das cargas agrícolas são transportadas por modal rodoviário. Segundo dados de 2005 da Confederação Nacional de Agricultura (CNA), o prejuízo com o derrame de grãos no Brasil durante o transporte rodoviário chega a R\$ 2,7 bilhões a cada safra. Neste meio, conforme afirma Sant’ana (2010, p. 8), no entanto, os terminais intermodais de cargas suprem as necessidades dos agentes do agronegócio com agilidade, otimizando consideravelmente o tempo despendido no escoamento da produção através da integração dos modais de transporte que contribuem para competitividade.

Os grãos se destacam como o principal produto transportado via ferrovia, modal que tem experimentado uma redução de players no mercado (concentração) e investimentos cada vez maiores, sobretudo nos corredores agrícolas (SOUSA; OLIVEIRA; RESENDE, 2009).

Os processos envolvidos na implantação do Terminal Intermodal de Cargas de Campo Grande (MS), foi investigado por Sant’Ana (2010), cujos resultados revelaram aos agentes do agronegócio sul-mato-grossense as possibilidades de se aliar eficiência e o controle dos lucros obtidos no campo, através da otimização dos custos operacionais logísticos, usando a intermodalidade como uma ferramenta de apoio.

A utilização do modal ferroviário no escoamento da produção de arroz de uma determinada região do Rio Grande do Sul, por meio dos modos rodoviários e ferroviários em parceria no escoamento da produção, foi investigada por Ribeiro e Pacheco (2009). Segundo eles, o preço do frete no modal rodoviário para o escoamento do arroz de um produtor do Rio Grande do Sul até São Paulo varia bastante durante o período da colheita (de março a abril), indo desde R\$ 88,00 até R\$ 110,00 por tonelada.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesta pesquisa buscou-se, a partir das informações colhidas e apresentadas anteriormente na revisão de literatura, o entendimento da lógica fuzzy como uma das ferramentas bem apreciadas para os estudos de processos logísticos. O fato é que ela nos permite representar os problemas de forma mais próxima da realidade, em função da quantidade de dados utilizados. Isso permite avaliar os resultados de forma matematicamente mais precisa.

Comparada a outras ferramentas, a lógica fuzzy demonstra boa representação das situações complexas, que geram incertezas e imprecisões, advindas do mundo real. Por este motivo, a lógica fuzzy é considerada de grande importância neste estudo visando auxiliar no processo de verificação, entre outros impactos, da possível redução de custos logísticos a partir da utilização da intermodalidade/multimodalidade de transporte e dos impactos causados pela pouca utilização desse modelo de transporte de carga.

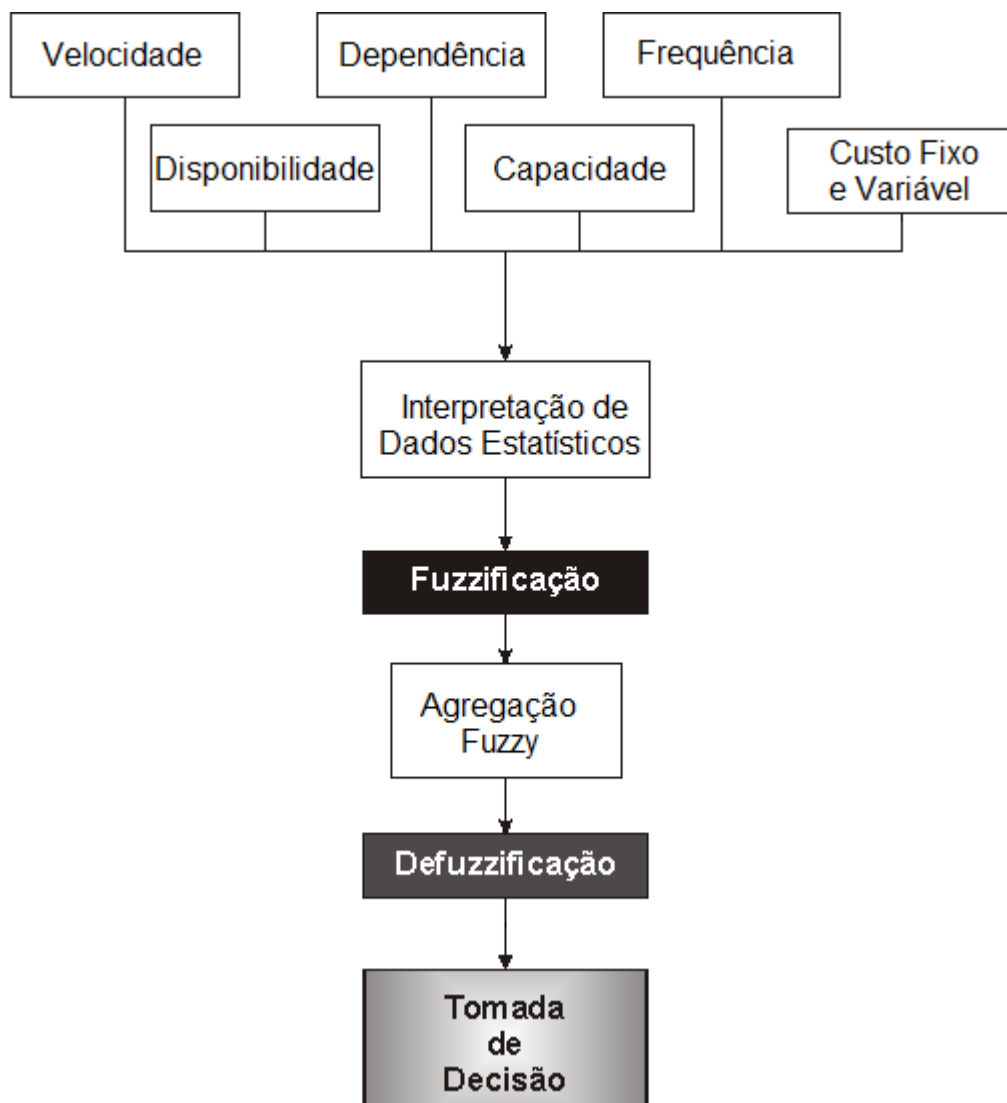


Portanto, a lógica fuzzy foi escolhida para este estudo a partir do modelo fuzzy proposto, como o mecanismo metodológico, em função da sua capacidade para proporcionar a visão sistêmica sobre a realidade operacional.

A abordagem da pesquisa, devido ao uso da lógica fuzzy, foi essencialmente qualitativa/quantitativa.

#### **4. MODELO BASEADO EM LÓGICA FUZZY E LOGÍSTICA**

Para coleta, interpretação e análise de dados, foi utilizado o modelo fuzzy proposto e ilustrado na figura 2, que a partir da interpretação de dados estatísticos, advindos por processo matemático crisp, a partir de seis constructos acerca das características que levam as pessoas a decidirem pelo tipo de modal a ser utilizado em uma operação logística.



**Figura 2.** Modelo Fuzzy Proposto.

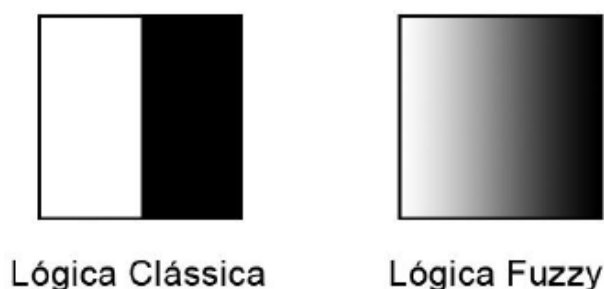
**Fonte:** Elaboração própria.

Este modelo foi proposto neste estudo devido ao fato de ser cada vez mais difícil tomar decisões acertadas em um sistema logístico sem que o desempenho dos seus componentes esteja bem entendido e avaliado, pois estas decisões são geralmente realizadas por intermédio de relatórios gerenciais e, tomadas por seres humanos, na maioria das vezes baseados em opiniões subjetivas dos responsáveis pelas decisões. Para tanto, foi indicado o uso da lógica fuzzy.

De acordo com Boente e Doria (2013) a lógica fuzzy trata dos conjuntos fuzzy que podem ser vistos como uma generalização da noção de conjunto na qual a função de pertencimento ou pertinência pode assumir valores no intervalo de 0 a 1.

Neste contexto, Silveira et al. (2004), afirma que “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”.

A lógica fuzzy deve ser vista como uma teoria matemática formal para a representação de incertezas, diferenciada da lógica clássica por meio dos graus de pertencimento dentro de um conjunto fuzzy, conforme ilustração da figura 3 (BOENTE e DORIA, 2013).



**Figura 3.** Comparativo entre a lógica clássica e a lógica fuzzy.

**Fonte:** Boente e Doria (2013).

Neste viés, pode-se mensurar questões que atualmente são consideradas como “subjetivas”, de caráter qualitativo, tornando-as variáveis quantitativas. Boente et al. (2012, p. 16) afirmam que “[...] o uso da lógica fuzzy vem se mostrando fundamental para a consecução de projetos [...] e um importante suporte para tomadas de decisão nas organizações, em vários segmentos do conhecimento humano”, se encaixando perfeitamente no contexto da logística de transportes, objeto deste estudo.

A tabela 1 ilustra parte dos dados estatísticos provenientes ao estudo produzido por Ribeiro e Bouzada (2010), referente a adoção da intermodalidade de transporte.

**Tabela 1.** Classificação de Nível de Serviço proveniente a Intermodalidade de Transporte.

	Intermodal						Unimodal	Diferença (%)
	Rodoviário	Transbordo	Ferrovário	Transbordo	Hidroviário	Total	Rodoviário	
Duração média (d)	0,16	0,04	0,92	0,09	0,91	2,11	2,35	-10,18%
Nível de serviço						29,20%	11,60%	151,72%
Custo médio	R\$ 10.258,49	R\$ 87,81	R\$ 28.507,94	R\$ 401,90	R\$ 24.654,63	R\$ 63.910,78	R\$ 76.473,26	-16,43%

**Fonte:** Ribeiro e Bouzada (2010).

Dentre os processos de decisão acerca das operações logísticas, a escolha do modal de transporte depende de características apresentadas pelos próprios modais da matriz modal, conforme ilustram os quadros 1 e 2, respectivamente, perfazendo uma visão clara das diferenças entre eles, possibilitando uma melhor escolha.

Modal de Transporte <sup>a</sup>	Custo <sup>b</sup>	Tempo Médio de Entrega <sup>c</sup>	Absoluto	Percentual <sup>d</sup>	Perdas e Danos
Ferroviário	0,15	0,15	0,25	0,15	0,30
Rodoviário	0,10	0,10	0,32	0,10	0,38
Hidroviário	0,21	0,21	0,29	0,21	0,08
Dutoviário	0,39	0,39	0,12	0,05	0,05
Aeroviário	0,36	0,36	0,08	0,10	0,10

<sup>a</sup> Assume a disponibilidade do serviço

<sup>b</sup> Custo por tonelada-milha

<sup>c</sup> Velocidade porta-a-porta

<sup>d</sup> Razão entre a variação absoluta do tempo de entrega e o tempo médio da entrega

**Quadro 1.** Classificação relativa de custo e desempenho operacional dos modais de transporte

**Fonte:** Adaptado de Ballou (1993).

De acordo com Ribeiro e Boente (2014, p. 8) existe um interesse grande na integração dos serviços a partir do uso de mais de um modo de transporte. Uma característica importante do serviço integrado é a livre troca de equipamentos entre os diversos modais. Por exemplo, uma carreta rodoviária (trailer) é embarcada em um avião ou vagão ferroviário, que é transportado por um navio. Este intercâmbio de equipamentos cria serviços que usam mais de um modal de transporte, ou seja, que praticam a intermodalidade/multimodalidade (BALLOU, 1993).

Características dos Modais	Ferroviário	Rodoviário	Hidroviário	Dutoviário	Aeroviário
Velocidade	0,16	0,23	0,09	0,03	0,49
Disponibilidade	0,27	0,42	0,10	0,02	0,19
Dependência	0,10	0,16	0,10	0,59	0,05
Capacidade	0,28	0,18	0,37	0,02	0,15
Frequência	0,21	0,29	0,33	0,05	0,12
Custo Fixo	0,23	0,04	0,11	0,41	0,21
Custo Variável	0,20	0,16	0,23	0,28	0,13

**Quadro 2.** Comparação das Principais Características dos modais

**Fonte:** Adaptado de Bowersox e Closs (2001).

Neste estudo buscou-se utilizar a lógica fuzzy a fim de aumentar a precisão dos dados apurados pela pesquisa. Baseado nos valores apurados por Ribeiro e Bouzada (2008), foi





possível realizar o processo de fuzificação e defuzificação, através das fórmulas (a) e (b), respectivamente.

$$(a) \quad \tilde{A}(a, m, b)_{agreg_j} = \sum_{i=1}^{07} \sum_{j=1}^{LIM}$$
$$(b) \quad V_{crisp} = \frac{(a + 2m + b)_{agreg_j}}{4}$$

Onde,  $\tilde{A}$  representa um número fuzzy proveniente à interpretação dos dados estatísticos de entrada, cujo limite de dados ( $LIM$ ), deu-se a pesquisa de Ribeiro e Bouzada (2008) apresentada em outro estudo e  $V_{crisp}$  representa o número real proveniente do processo de defuzificação.

Modal de Transporte	Brasil	EUA
Ferroviário	0,56	0,29
Rodoviário	0,24	0,37
Hidroviário	0,14	0,11
Dutoviário	0,05	0,19
Aeroviário	0,01	0,04

**Quadro 3.** Percentual de participação do dos modais no Brasil e EUA - 2006

**Fonte:** Adaptado de CEL/COOPEAD/UFRJ (2006)

Na comparação direta com um país de dimensões parecidas, pode-se perceber uma maior concentração, aqui no Brasil, no modal rodoviário, em detrimento principalmente dos modais dutoviário e ferroviário, conforme ilustração do quadro 3, apresentada em CEL/COPPEAD/UFRJ (2008)<sup>1</sup>.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nas informações colhidas e apresentadas anteriormente na revisão de literatura, e no estudo de Ribeiro e Bouzada (2010), é possível entender que a utilização da lógica fuzzy é totalmente viável como uma ferramenta de aferição de dados, em vistas dos processos logísticos são analisados por operadores logísticos, pessoas, que nos reporta a subjetividade das informações, gerando incertezas e imprecisões, nos permitindo representar os problemas de forma mais próximo à da realidade, em função da quantidade de dados utilizados, perfazendo uma avaliação dos resultados de forma mais precisa e qualitativa.

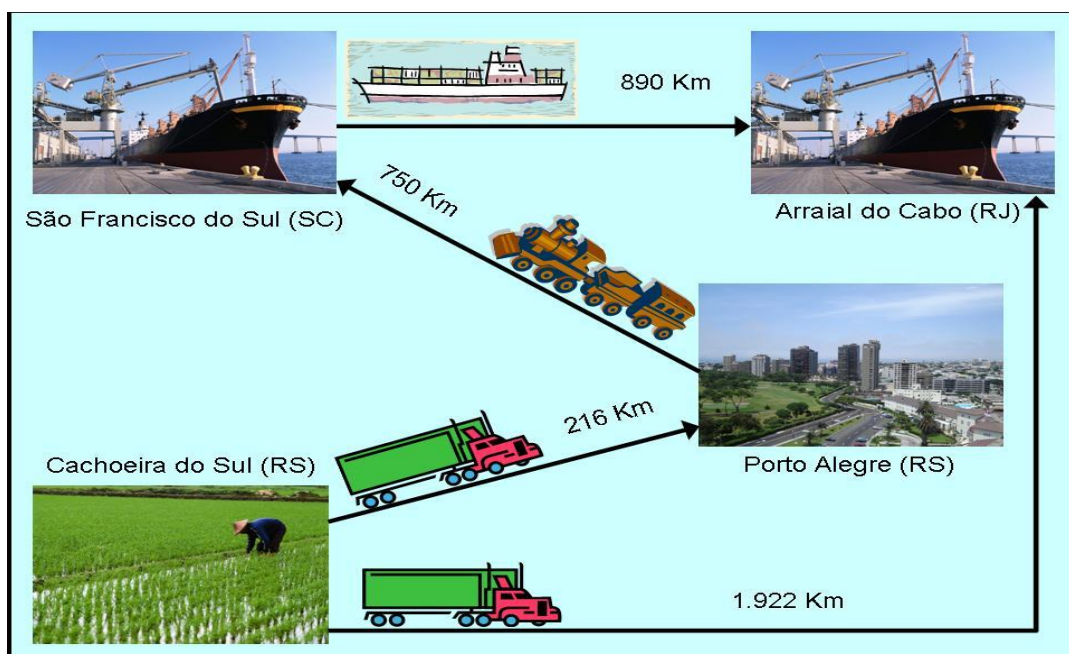
Comparativamente com outras ferramentas, a lógica fuzzy demonstra boa representação das situações complexas e incertas do mundo real, a partir de constructos julgados por operadores logísticos, conforme ilustrado na figura 2, do modelo fuzzy proposto.

---

<sup>1</sup> Já que cada modal apresenta diferentes indicadores de desempenho, estrutura de custos e vantagens e desvantagens em diferentes aspectos (conforme quadros 1 e 2), seria de se esperar que a utilização das diferentes modalidades de transporte fosse mais equilibrada, como a que acontece nos Estados Unidos (conforme quadro 3), um país de dimensões parecidas com as do Brasil.

O uso da lógica fuzzy permitiu um tratamento matematicamente sólido, no processo de verificação das características impetradas no modelo fuzzy proposto, entre outros impactos, visando a possível redução de custos logísticos a partir da utilização da intermodalidade de transporte e dos impactos causados pela pouca utilização dessa modalidade de transporte de cargas.

A figura 4 ilustra a alternativa de escalonamento da produção de arroz contempladas no modelo, não permitindo argumentação depreciativa e de desânimo, como por exemplo, “dá trabalho implantar a intermodalidade” ou “requer tempo para implantar a intermodalidade”, pois, não podem ser vistas como certas, diante da grande perda proporcionada às empresas.



**Figura 4.** Alternativa de escoamento da produção de arroz.

**Fonte:** Ribeiro e Boente (2014).

## 6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Este artigo apresentou um estudo sobre a importância da intermodalidade/multimodalidade no transporte de cargas com aferição realizada a partir do uso da lógica fuzzy, por meio da coleta e interpretação de dados estatísticos provenientes a um estudo realizado por Ribeiro e Bouzada (2010).

Os resultados obtidos pro este estudo foram coletados e interpretados através de simulação com dados reais que permitiram verificar a viabilidade da intermodalidade em uma situação real de escoamento da produção de arroz, de Cachoeira do Sul (RS) até Arraial do Cabo (RJ). Buscou-se analisar, a partir das características que levam o operador logístico escolher o tipo de transporte de carga a ser utilizado, as vantagens e desvantagens oriundas do uso da intermodalidade/multimodalidade de transporte. Também, foi possível validar a utilização da simulação, instrumento que foi capaz de considerar as incertezas presentes nesta operação logística e de subsidiar o processo decisório com informações úteis, como o impacto



no custo e em outros indicadores de desempenho, porém quando temos a opinião subjetiva, faz-se necessário o uso de uma ferramenta específica para este tipo de tratamento, nesse caso, a lógica fuzzy, que nos permita medir e quantificar toda essa subjetividade, conforme ilustrado no modelo fuzzy proposto na figura 2.

Quanto à incerteza, a abordagem deste estudo considerou estocástico o comportamento de diversas grandezas capazes de impactar o desempenho do sistema: velocidade média de transporte e de transbordo, horas disponíveis por dia para o modal rodoviário e custos unitários de transporte e de transbordo. Tais grandezas foram modeladas a partir da Distribuição Triangular de probabilidades, mas a flexibilidade da simulação permite que qualquer distribuição, principalmente nos casos em que nenhuma distribuição teórica represente bem o comportamento da grandeza, seja usada. A característica da ferramenta permitiu que a realidade fosse modelada de forma bem acurada, uma vez que houve um esforço na coleta dos dados necessários para uma representação realista do problema apresentado.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se que sejam testadas outras possibilidades de intermodalidade/multimodalidade para estes mesmos trecho e produto, como é o caso do modal rodoviário de Cachoeira do Sul até São Francisco do Sul e de lá por cabotagem até o destino, e depois, adotar o modal aquaviário de Cachoeira do Sul até o porto e de lá por cabotagem até o destino.

Também, sugere-se que a metodologia aqui utilizada seja aplicada a outros casos também concretos, com parâmetros e custos reais, para que se possa verificar a viabilidade da intermodalidade/multimodalidade em outras situações e com outros produtos.

E finalmente, uma melhor exploração do modelo fuzzy proposto, talvez agregando maior valor através da adoção de outros constructos na configuração final do modelo.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALBAN, M. (2002). **Transportes e Logística**: os modais e os desafios da multimodalidade na Bahia. Cadernos da Fundação Luiz Eduardo Magalhães, Salvador.
- BALLOU, R. (1993). **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas.
- BOENTE, A. et al. (2012). **Avaliação fuzzy da avaliação do gerenciamento de projeto de Engenharia Web: Estudo de caso do produto de software Omega Residential Condominium Plus**. In: SEGeT, 24., 2012, Resende. Anais... Rio de Janeiro: SEGeT.
- BOENTE, A.; DORIA, F.A.A.M. (2013). **Avaliação da satisfação dos usuários internos de um AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem utilizado na FAETERJ Rio: Teoria dos conjuntos fuzzy**. In: CASI, 28., 2013, Penedo. Anais... Rio de Janeiro: CASI.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D. (2001). **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas.
- CEL/COPPEAD/UFRJ. (2008). **Custos logísticos no Brasil 2008/2006**. Relatório de pesquisa Panorama Logístico. Rio de Janeiro.
- CHAO, W. (2001). **Identificação de Gargalos na Cadeia Logística Utilizando Técnicas de Simulação**: Avaliação da Malha de Distribuição de GLP em São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis: UFSC.
- CHWIF, L. (2008). **Simulação aplicada à Logística**. Revista Mundo Logística. Rio de Janeiro, n. 6, set/out 2008.
- DALMÁS, S. (2008). **A logística de transporte agrícola multimodal da região oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. Toledo (PR): UNIOESTE.
- DEMARIA, M. (2004). **O Operador de Transporte Multimodal como Fator de Otimização de Logística**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis: UFSC.
- FALZARANO, A.M. et al. (2007). *Development of an Intermodal Network for Freight Transportation Analysis*. Anais: ESRI. Feb., 2007.
- GAVA, R.; NASSI, C.; CAVALCANTI NETTO, M. (1999). **Uma avaliação do desempenho logístico de uma base de distribuição de derivados de petróleo**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 31., 1999, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: SBPO.
- GOMES, C.; RIBEIRO, P. (2004). **Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à Tecnologia da Informação**. São Paulo: Thomson.
- JOHNSON, J.; WOOD, D. Contemporary Logistics. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
- KEEDI, S. (2001). **Logística de Transporte Internacional**: Veículo Prático de Competitividade. São Paulo: Aduaneiras.
- LIMA, E.; PASIN, J. (1999). **Regulação no Brasil**: colocando a competitividade nos trilhos. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 6 n. 12, Dez 1999.



- LOPEZ, J. (2000). **Os custos logísticos do comércio exterior brasileiro**. São Paulo: Aduaneiras.
- MENDONÇA, P.; KEEDI, S. (1997). **Transportes e seguros no comércio exterior**. São Paulo: Aduaneiras.
- MONTEIRO, S. (1997). **Seleção de sistemas de transporte: um modelo de análise para atacadista-distribuidores**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD.
- MOORE, J.; WEATHERFORD, L. (2005). **Tomada de Decisão em Administração com Planilhas Eletrônicas**. Porto Alegre: Bookman.
- MORÉ, J.D. (2004). **Aplicação da lógica Fuzzy na avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultra-som**. Tese de Doutorado submetida ao programa de pós-graduação de Engenharia Metalúrgica e dos Materiais da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.
- NOVAES, A. (2001). **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus.
- PAUL, G.; RODRIGUES, E. (2009). **Dos trilhos para o asfalto**. Caderno Economia do Jornal O Globo, 19 de agosto de 2009.
- PANISSET, V. (2006). **O impacto de diferentes distribuições de demanda na cadeia de suprimentos: um estudo experimental de simulação**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD.
- RIBEIRO, L.O.M. e BOENTE, A.N.P. (2014). **A Intermodalidade e o Transporte de Carga no Brasil: Uma Visão de Aplicabilidade na Lógica Fuzzy**. In: XVII SIMPOI, Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. Fortaleza, 2014, vol. 1, p. 1.
- RIBEIRO, L. O. de Marins e BOUZADA, M. A. Carino. (2010). **A Intermodalidade Compensa? Um estudo do escoamento da produção do arroz no corredor Vale do Jacuí (RS) até a Região dos Lagos (RJ) – SP**. SIMPOI, 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPOI.
- RIBEIRO, R.; PACHECO, F. (2009). **O custo logístico do transporte do arroz da região Centro-Oeste do RS com destino a Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. In: ENEGEP, 29., 2009, Salvador. Anais... Salvador: ABEPRO.
- SANT'ANA, J. (2009). **Análise da viabilidade operacional da implantação do Terminal Intermodal de Cargas no estado de Mato Grosso do Sul: um estudo sobre a importância na integração dos modais de transporte para o agronegócio**. In: ENANGRAD, 21., 2010, Brasília. Anais... Brasília: ANGRAD.
- SOUSA, P.; OLIVEIRA, M.; RESENDE, P. (2009). **Análise do modelo de concessão no transporte ferroviário brasileiro: a visão dos usuários**. In: SIMPOI, 12., 2009, São Paulo. Anais. São Paulo: FGV.
- SPROESSER, R.; SOGABE, V.; PEREIRA, A.; CAMPEÃO, P.; MELLO, R. (2009). **Produtividade em terminais intermodais de grãos: um estudo multicaso utilizando a análise envoltória de dados – DEA**. In: ENEGEP, 29., 2009, Salvador. Anais... Salvador: ABEPRO.





CONGRESSO NACIONAL DE  
EXCELÊNCIA EM GESTÃO

ISSN 1984-9354



XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO  
& III INOVARSE – RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA.  
29 e 30 de setembro de 2016.

VIEIRA, G.; JOINES, J.; THONEY, K. (2009). *A new methodology for the design of robust supply chains based on orthogonal arrays doe and computer simulation*. In: SIMPOI, 12., 2009, São Paulo. Anais... São Paulo: FGV.