

# Desenvolvimento de modelo de otimização de um serviço de transporte rodoviário de cargas fracionadas.

Alessandro Wagner Ferreira; PhD Dr. Nilson Tadeu Ramos Nunes

<sup>1.1</sup> Mestrando em Transportes em Geotecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte/MG; <sup>1.2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Transportes e Geotecnia, Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte/MG

## SINÓPSE

O uso de transações comerciais de *e-commerce*, mediante contratação de transportador rodoviário de cargas fracionadas, vem crescendo exponencialmente no Brasil. Isso porque, com o advento da internet e da globalização dos mercados, os consumidores ficaram mais exigentes e o nível de serviço logístico de transporte rodoviário de cargas fracionadas teve que aumentar a frequência das remessas, mesmo diminuindo a quantidade de mercadorias por embarcador. Exigindo assim, que as transportadoras se adequassem a essa nova realidade e ao aumento dos custos operacionais. Para tanto, utilizando o Método Delphi e o Estudo de caso, a pesquisa propõe um modelo multicritério simples e com custo baixo para avaliar as ações que apoiarão a tomada de decisões na Gestão logística das organizações a se manterem competitivas, com vistas à sua otimização.

## PALAVRAS-CHAVE

*E-commerce*; Logística; Internet; Multicritério; Otimização.

## INTRODUÇÃO

O crescente aumento das transações eletrônicas – *e-commerce* - após a retomada do crescimento econômico, pós pandemia, tem contribuído para o aumento da demanda por transporte rodoviário de cargas nos mais diversos setores.

O *e-commerce* cresce com o passar dos anos e a tendência é de aumento constante. A Associação Brasileira de Comércio Eletrônico - ABCOMM, difunde que nos próximos anos e até mesmo décadas o *e-commerce* vai expandir e aumentar sua participação em relação ao varejo habitual, destacando-se o acréscimo do consumo de bens digitais. As expectativas de crescimento são otimistas, pois o consumidor brasileiro está cada dia mais confiante para fazer compras online (ABCOMM, 2022).

Conforme de Melo (2021) tendo como recorte temporal as duas décadas do século XXI, o crescimento do *e-commerce* no Brasil, assim como a importância dele para o setor logístico pode ser justificado por três momentos basilares: 1 – O final da década de 2000 e início da década de 2010, quando houve a popularização do acesso à internet em lares e domicílios; 2 – A difusão de *smartphones* no país, que acontece após o ano de 2015; 3 – A pandemia da Covid-19, iniciada no Brasil em março de 2020, que fez com que as pessoas optassem cada vez mais por receber seus produtos em seus domicílios, pois muitas passaram a evitar as inevitáveis aglomerações humanas dos centros comerciais tradicionais.

O aumento da população urbana aliado à falta de planejamento das cidades resulta em vias congestionadas, o que leva à redução da mobilidade. A redução da mobilidade afeta as empresas de *e-commerce* e de cargas fracionadas, uma vez que o serviço de entrega é um dos principais elementos que influenciam a satisfação dos clientes (MELO, 2021).

Ferreira (2022), simula compras online de diferentes produtos para entregas em regiões com diferentes níveis de mobilidade urbana, no intuito de compreender as situações que relacionam a mobilidade aos serviços de entrega de mercadorias. É feita a análise estatística dos preços dos fretes e entrevista com diferentes organizações a fim de conhecer

a precificação. Como resultado dessa análise conclui-se que não existe diferença de preço de frete entre entregas em regiões com baixos e altos níveis de mobilidade.

As categorias de bens mais vendidos são: moda e acessórios 19%; cosméticos e perfumaria 18%; eletrodomésticos 10%; livros e revistas 9%; informática 7% e os fatores-chave para obter sucesso são: 1 – Segmentação; 2 – Promoção; 3 – marketing de relacionamento; 4 – mobilidade; 5 – tempo de carregamento; 6 – otimização de buscas; 7 – preço; 8 – prazo; 9 – métricas; 10 – comunicação visual (TEIXEIRA, 2015).

Com o surgimento do *e-commerce* no país, essas empresas passaram a trabalhar com muita intensidade no transporte de cargas fracionadas, embora a maioria não possua a estrutura necessária para um desempenho mais adequado.

Utilizando o Método Delphi e o Estudo de caso, o estudo propõe um modelo multicritério simples e com custo baixo para avaliar as ações que apoiarão a tomada de decisões na Gestão logística das organizações a se manterem competitivas, com vistas à sua otimização.

## DIAGNÓSTICO

O comércio eletrônico (*e-commerce*) é uma realidade no cotidiano das pessoas, é uma ferramenta de fácil acesso, ótima para economia de tempo e custos em geral. No atual cenário tecnológico, conta com canais de vendas virtuais, tanto por redes sociais, quanto por *sites* específicos. Emerge como uma nova ferramenta de comercialização, marketing e distribuição de mercadorias. Considerada uma das melhores estratégias para prospectar e fidelizar clientes (SILVERIO, 2022).

Segundo Barbero (2010) os problemas relacionados à logística e transporte da carga podem ser analisados sob três diferentes perspectivas: a de geradores de carga (empresas que produzem ou comercializam bens), a dos operadores logísticos (transportadores, agentes e outros atores que prestam serviços de transportes) e a perspectiva de políticas públicas com os quais os governos nacionais ou locais procuram melhorar o desempenho logístico em seu território como forma de aumentar a competitividade entre as empresas.

Pela complexidade das operações, diversos gargalos, pontos de vistas individuais diferentes, é necessário compreender e avaliar respostas consensuais de grupos de especialistas envolvidos em determinado problema que mais se aproximam das melhores soluções e que possam apoiar as decisões estratégicas das organizações empresariais. A contribuição científica da pesquisa é a geração de novos conhecimentos, provenientes do resultado do consenso de grupo de especialistas de determinado assunto.

O transporte de cargas fracionadas requer o cumprimento de certos requisitos fundamentais para uma operação de sucesso. Isto é, se faz necessário um planejamento efetivo de cada etapa do processo, de forma a garantir a segurança das cargas, mantendo a satisfação dos clientes, mas operando com economicidade para manter a posição no mercado.

Este planejamento se inicia na captação das cargas fracionadas, as quais deveriam seguir um padrão de embalagem que possibilitasse maior eficiência na consolidação das cargas no veículo.

A consolidação das cargas, por sua vez, precisa obedecer uma sequência de embarque, respeitando a ordem do desembarque de forma a facilitar o carregamento dos veículos para a distribuição.

Esta etapa precisa também cuidar da homogeneização das cargas para evitar a mistura de produtos não compatíveis, de forma a evitar contaminação ou desperdício.

As empresas de transporte rodoviário de cargas - ETRC precisam dispor de meios para oferecer um serviço de excelente qualidade para seus clientes, praticar preços competitivos e obter resultados financeiros que lhes sustente no mercado, possibilite o investimento em melhoria contínua e proporcione lucro. Para tal, conhecer o cenário em que oferecem o serviço, seus processos internos, os principais aspectos para o seu bom desempenho, os gargalos operacionais, as boas práticas, ferramentas operacionais e de gestão disponíveis, etc, é fundamental para qualquer ETRC (BELEM, 2007).

No transporte rodoviário de cargas existem dois tipos principais de contratação de frete: a carga lotação (FTL ou *full truckload*), caracterizada por uma origem e um único destino, em que a entrega completa a capacidade de um caminhão, e a carga fracionada (LTL ou *less-than-truckload*), em que cada remessa por si só não é capaz de completar um veículo.

A principal característica da carga fracionada é a possibilidade de coletar pequenas quantidades de vários embarcadores, para consolidar uma carga e fazer uma entrega, diferente da carga fechada, em que a mercadoria pertence a um único remetente (FELDMAN, 2019).

Apesar de regiões de baixa mobilidade apresentarem características que tornam as operações mais caras, como restrições ao tráfego de veículos de carga, congestionamentos, dificuldade para realizar carga e descarga de mercadorias e dificuldade de acesso.

Dadas as complexas interações sociais, políticas e econômicas com os sistemas, é urgente a necessidade de modelos matemáticos práticos, aliados a soluções tecnológicas e analíticas para auxiliar gerentes e tomadores de decisão (CAIADO, 2018).

## PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

O método Delphi foi desenvolvido na década de 1950 pela Rand Corporation – California, EUA e permite que se chegue a soluções de consenso para problemas de avaliação individual difícil. Consiste em se obter avaliações individuais de diversos especialistas e rever o processo várias vezes até que se consiga uma convergência aceitável. O nome Delphi está ligado a uma localidade da Grécia antiga, Delfos, onde se situava o templo do deus Apolo e seu oráculo. O projeto Delphi, realizado com o patrocínio da Força Aérea Norte-Americana, recebeu esse nome em alusão ao famoso oráculo grego. O estudo se enquadra como pesquisa qualitativa exploratória descritiva, pois os resultados são obtidos através das respostas subjetivas dos especialistas (ALVARENGA, 2000).

Os problemas logísticos requerem soluções sistêmicas que envolvem decisões de natureza diversa dentro da empresa. Por exemplo, ao definir um determinado prazo de entrega para os produtos de uma organização (nível de serviço), ocorrerão efeitos diretos e indiretos na operação da frota, nos níveis de estoque, nos custos e até mesmo nos investimentos (maior número de veículos, maior quantidade de equipamentos para movimentação da mercadoria no armazém, etc.).

O objetivo principal do método Delphi, é então, o de traduzir avaliações intuitivas e individuais de diversos especialistas em um resultado único, que incorpore o conhecimento global do grupo de forma sistemática. Supõe-se, para isso, que o conteúdo do resultado assim obtido seja igual ou melhor que o julgamento individual de cada membro do grupo (ALVARENGA, 2000).

A sistemática de aplicação do método Delphi prevê: (a) um grupo razoável de especialistas, em geral não maior do que vinte pessoas; (b) a elaboração criteriosa de um questionário por parte de um coordenador; (c) aplicação do questionário a cada membro do grupo, sem comunicação entre os participantes; (d) cálculo estatístico dos resultados; (e) reciclagem do processo tantas vezes quanto necessário, até que se obtenha um nível de convergência satisfatório. Como modelo de aplicação do método Delphi analisa-se o estudo de caso a seguir:

O grupo de Logística de uma transportadora rodoviária de cargas fracionadas precisa definir as variáveis e os respectivos pesos que melhor espelhem a opinião dos clientes sobre a empresa. Os clientes, no caso, são estabelecimentos varejistas e industriais que distribuem os seus produtos através dos serviços prestados pela transportadora de coleta, transferência e distribuição. O objetivo da aplicação do método Delphi, nesse caso, é o de decidir entre duas alternativas, que foram denominadas genericamente A e B.

Para a aplicação do método foram convocados os seguintes colaboradores da transportadora, especialistas em suas áreas de atuação: (a) gerente de finanças; (b) gerente comercial; (c) gerente de distribuição; (d) consultor de vendas; (e) gerente de expedição; (f) coordenador do grupo e responsável pela aplicação do método Delphi.

O coordenador preparou um questionário em que solicitava ao participante que registrasse, na ordem de importância, quatro fatores que, na sua opinião e experiência, influem no conceito dos clientes em relação à empresa. Solicitou também que o entrevistado atribuísse uma nota a cada fator assinalado (de zero a cinco), nota esta que representa o grau de importância do atributo, segundo a opinião do entrevistado.

Os questionários foram encaminhados a cada participante separadamente, com uma semana de prazo para a resposta. Cada membro deveria consultar, então, os colegas de seu departamento e, em seguida, preencher o formulário.

Expirado o prazo, o coordenador do grupo recebeu as respostas indicadas na Figura 1. A partir dessas respostas, o coordenador procurou extrair uma lista única de fatores.

**Figura 1 - Respostas ao questionário prévio preparado pelo coordenador (Método Delphi)**

Participante	Fator	Nota
Gerente de Finanças	Ausência de avarias no produto	5
	Prazo para pagamento da fatura	4
	Mix de produtos oferecidos	3
	Entrega na data programada	2,5
Gerente Comercial	Prazo de entrega máximo de 2 dias	5
	Rapidez com a comunicação com a empresa (resposta rápida as solicitações)	4
	Frequência de visita de vendedores	3
	Frota pintada com a logo da empresa	3,5
Gerente de Distribuição	Prazo de entrega	4,5
	Escolha da transportadora pelo cliente	4,5
	Ausência de danos na mercadoria	3,5
	Facilidade de comunicação do cliente com a empresa	3,5
Consultor de Vendas	Prazo para pagamento das faturas	5
	Frequência das visitas dos vendedores	4,5
	Ausência de avarias na mercadoria	4,5
	Mix de produtos oferecidos	3,5
Gerente de Expedição	Ausência de danos nos produtos	5
	Embalagem adequada	5
	Entrega de pequenos lotes (frequência de entrega)	4
	Prazo de pagamento das faturas	3,5

O coordenador somou então as notas atribuídas aos diversos fatores e listou-os na ordem decrescente de importância. O resultado obtido está indicado na Figura 2.

Fica claro, que a hierarquização e os respectivos pesos não podem ser adotados sem uma revisão. Isso porque um participante do grupo pode ser mais severo do que outro e, assim, uma nota 4 do primeiro poderá, ser mais significativa do que um cinco de outro colega menos rigoroso. Por isso, o coordenador deve revisar os pesos, definindo sua própria tabela com critério.

**Figura 2 - Lista dos fatores e respectivos pesos**

<b>Fator</b>	<b>Notas</b>	<b>%</b>
Ausência de avarias nos produtos	18,0	22,2
Prazo de pagamento das faturas	12,5	15,4
Prazo de entrega	12,0	14,8
Frequência das visitas dos vendedores	7,5	9,3
Rapidez de comunicação com a empresa	7,5	9,3
Mix de produtos	6,5	8,0
Embalagem adequada	5,0	6,2
Escolha da transportadora pelo cliente	4,5	5,6
Frequência das entregas	4,0	4,9
Pintura da frota	3,5	4,3
<b>Total</b>	<b>81,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Alvarenga (2000)

Após revisão criteriosa dos resultados, o coordenador e demais técnicos do grupo de Logística chegaram a lista final dos fatores e dos respectivos pesos, apresentado na Figura 3.

**Figura 3 Lista revisada dos fatores e respectivos pesos**

<b>Fator</b>	<b>Peso</b>
1. Ausência de avarias nos produtos	23,0
2. Prazo de entrega	18,0
3. Prazo de pagamento das faturas	18,0
4. Rapidez de comunicação com a empresa	14,0
5. Embalagem adequada	8,0
6. Pintura da frota (imagem da empresa)	7,0
7. Frequência de visitas dos vendedores	3,0
8. Mix de produtos	3,0
9. Frequência da entrega	3,0
10. Escolha da transportadora pelo cliente	3,0

Fonte: Alvarenga (2000)

Na segunda etapa, o coordenador prepara uma descrição sucinta das alternativas A e B, apresentando as características relevantes de cada uma e encaminha uma folha contendo os fatores indicados na Figura 4, na mesma ordem, mas sem os pesos. Duas colunas em

branco são destinadas a receber as notas, que devem ser atribuídas a cada fator, para cada alternativa.

**Figura 4 Folha a ser preenchida individualmente pelos participantes**  
**Nota (de 0 a 5)**

Atributo ou fator	Alternativa	
	A	B
1. Ausência de avarias		
2. Prazo de entrega		
3. Prazo de pagamento faturas		
4. Facilidade de comunicação com a empresa		
5. Embalagem adequada		
6. Pintura da frota (imagem)		
7. Frequência de visitas dos vendedores		
8. Mix de produtos		
9. Frequência da entrega		
10. Escolha da transportadora pelo cliente		

Fonte: Alvarenga (2000)

As notas devem ser atribuídas, conforme o impacto de cada alternativa no atributo considerado, da seguinte forma: 1 - O impacto (positivo) é quase nulo; 2 - Há um pequeno impacto positivo; 3 - Há um impacto positivo moderado; 4 - Há um impacto positivo forte; 5 - Há um impacto positivo muito forte. Depois de calcular as medianas das notas para cada atributo e as respectivas faixas interquartil, o coordenador envia novamente o questionário para cada membro do grupo. Nessa nova rodada, são apresentadas as medianas de cada atributo e as respectivas faixas. O coordenador não deve permitir que os participantes fiquem sabendo das avaliações individuais dos demais, devendo fornecer apenas as medianas e as faixas interquartil. É de se ressaltar, da mesma forma, que não deve haver comunicação de qualquer espécie entre os membros do grupo.

O resultado do cálculo para cada fator, e por alternativa, será encaminhado, aos participantes para que refaçam suas avaliações.

Se um dos participantes deu uma nota muito discrepante em relação ao restante do grupo (muito fora da faixa interquartil), ele poderá reanalisar a questão, em contato com seus colegas de seção e rever a nota. Note-se que essa revisão não é obrigatória: os participantes poderão repetir as mesmas notas, se quiserem. Acontece que, se todos estiverem motivados a obter uma solução de consenso, os participantes não terão razão para permanecerem intransigentes.

A experiência da aplicação do método Delphi a inúmeros casos, no Brasil e no exterior, permite afirmar que normalmente os conceitos tendem a convergir para limites aceitáveis, à medida que o processo é reciclado.

Grupos pequenos de pessoas, não permitem que se cheguem a resultados plenamente satisfatórios. O número ideal de participantes situa-se entre dez e vinte membros.

Após algumas iterações do processo, o coordenador obtém, os resultados indicados na figura 5.

**Figura 5 Resultado final da aplicação do método Delphi**

Atributo ou fator	Alternativa A		Alternativa B		
	Nota	Pontos	Nota	Pontos	
	(*)	(**)	(*)	(**)	
1. Ausência de avarias	23	4	92	3	69
2. Prazo de entrega	18	3	54	2	36
3. Prazo de pagamento faturas	18	3	54	3	54
4. Rapidez comunicação	14	1	14	1	14
5. Embalagem adequada	8	1	8	1	8
6. Pintura da frota (imagem)	7	1	7	2	14
7. Frequência de visitas dos vendedores	3	1	3	1	3
8. Mix de produtos	3	1	3	1	3
9. Frequência da entrega	3	4	12	2	6
10. Escolha da transportadora pelo cliente	3	1	3	2	6

(\*) As notas correspondem às medianas obtidas na última rodada do método Delphi.  
(\*\*) Produto do peso pela respectiva nota.

Fonte: Alvarenga (2000)

As notas correspondem às medianas obtidas na última rodada do método Delphi, de forma a se obter resultados o mais próximo possível da situação de consenso.

Somando-se os pontos da alternativa A e B, obtém-se, respectivamente, os totais de 250 e 213, Esse resultado indica que a alternativa A tende a ser melhor aceita pelos clientes, segundo a óptica dos diversos departamentos da empresa. Para uma decisão final, será necessário ainda comparar investimentos, custos operacionais, de forma a possibilitar uma avaliação mais completa do problema.

## CONCLUSÕES

O método Delphi, permitiu analisar as alternativas segundo fatores subjetivos, conduzindo a uma avaliação final bastante próxima do consenso.

Espera-se desenvolver um modelo de otimização de um processo produtivo de cargas fracionadas, para apoiar as decisões estratégicas de organizações do segmento de transporte rodoviário de cargas fracionadas.

Deverão ser também externalizadas as limitações da pesquisa com repercussões no modelo proposto.

Esta pesquisa visa também identificar futuros trabalhos no sentido de contribuir para maior eficiência no setor de transporte de cargas fracionadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCOMM – Associação Brasileira de Comércio Eletrônico – <https://abcomm.org/> - consulta em 01/12/22.

Alvarenga, A. C.; Novaes, A. G. Logística aplicada: suprimento e distribuição física – 3ª. Ed. – São Paulo: Blucher, 2000.

Barbero, J. A. A logística de Cargas na América Latina e no Caribe: uma agenda para melhorar seu desempenho. Nota Técnica. Banco Interamericano de Desenvolvimento – Setor de Infraestrutura e Meio Ambiente. 2010.

Belém, J. S. Proposta metodológica para avaliação do nível de serviço das empresas de transporte rodoviário de cargas. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 2007.

Caiado, R. G. G., Simão, V. G., Rangel, L. A. D., Quelhas, O. L. G., & Lima, G. B. A. (2018). Análise multicritério da ecoeficiência do transporte de cargas com veículos leves. TRANSPORTES, 26(1), 68–83. <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i1.1313>

de Melo Cruz, W. L. (2021). Crescimento do e-commerce no Brasil: desenvolvimento, serviços logísticos e o impulso da pandemia de Covid-19. GeoTextos.

de Mendonça Barros, M., Ramos, S. P., de Sousa, A. C., de Administração, A. G., & Científico, C. (2020) Modal rodoviário como valor estratégico para os negócios: características, tendências e os desafios da distribuição logística – Conad - Goiânia – 25ed.

Feldmann, B.M. Determinação de linhas de transporte na operação de carga fracionada – São Paulo, 2019. 114 p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.

Ferreira, R. F., & Martins, R. S. (2022) Entregas do e-commerce e mobilidade urbana: análise das relações entre fretes, prazos e locais de entrega. Revista ADM. MADE, 25(2).

Silverio, C. R., Monteiro, F., & Junior, F. S. (2022) O papel da logística no crescimento do e-commerce no Brasil: estudo de caso em uma empresa de transportes. FATEC MAUÁ /SP - BRASIL 10 E 11 DE JUNHO DE 2022 ISSN 2357-9684

Teixeira, Tarcisio. Comércio Eletrônico: Conforme o Marco Civil da Internet e a regulamentação do e-commerce no Brasil. São Paulo: Saraiva, 2015.