

ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E COLABORAÇÃO EM TRANSPORTES DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Christiane Lima Barbosa

Marcus de Lucca Braga

Maria Lucia Galves

Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

RESUMO

A gestão de transportes é parte essencial de um sistema logístico. Atualmente, a decisão por serviços de transportes privilegia o aspecto financeiro a partir de uma visão independente dos atores envolvidos na cadeia e de forma não colaborativa. Desta forma, este artigo tem como objetivo buscar a otimização da rede de distribuição urbana de mercadorias em grandes centros urbanos, levando em consideração todas as variáveis envolvidas no processo e não somente o aspecto financeiro, através do uso da metodologia de análise multicritério. Este estudo possibilitou desenvolver relações de colaboração entre os atores da cadeia de suprimentos, sendo eles os clientes, os operadores logísticos, os transportadores e a população. Estas relações visam melhorar os serviços, eficiências e custos associados ao transporte e processo de entrega, o que pode trazer benefícios a todos os envolvidos, desde que, estes estejam comprometidos com os novos processos.

ABSTRACT

The transportation management is essential piece of logistics system. Nowadays, the decision makers by transportation services privilege the financial aspect with an independent view of actors involved without collaborative way. Thus, this paper aims to get the optimization of the urban distribution network of finished goods in big cities, taking in consideration all variables involved in the process and not just the financial aspect, using the methodology of Multicriteria Decision Aid. This study made it possible to develop collaborative relationships between the actors of the supply chain, namely the customer, logistics operators, carriers and the public. These relationships aim to improve service, efficiencies and costs associated with transportation and delivery process, which can bring benefits to all involved since they are committed to the new processes.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS), a melhoria do poder aquisitivo da população pode aumentar o número de veículos nas ruas e o volume de entregas em domicílio e em estabelecimentos comerciais. Este cenário gera um grande desafio para as empresas na distribuição de suas cargas. Outro importante fator é a restrição de circulação de veículos de carga e que surge como resposta aos crescentes problemas de congestionamentos enfrentados em grandes centros urbanos (ILOS, 2012).

O serviço de transporte é responsável por grande parcela dos custos logísticos totais e o facilitador do movimento de mercadoria (Pereira, 2002). Este tipo de serviço integra vários atores de uma cadeia de suprimentos - produtores, distribuidores, varejistas e consumidores - e busca satisfazer as necessidades de seus participantes (Lima Jr, 2005).

Atualmente, a decisão por serviços de transportes privilegia o aspecto financeiro a partir de uma visão independente dos atores envolvidos na cadeia e de forma não colaborativa. Assim, este artigo tem como objetivo otimizar a cadeia de abastecimento para a distribuição urbana de mercadorias na cidade de Campinas (SP) por meio do uso da metodologia de análise multicritério.

2. A DISTRIBUIÇÃO URBANA DE CARGA

A gestão de transportes é parte essencial de um sistema logístico. É uma atividade responsável pelos fluxos de matéria-prima e produto acabado entre os elos da cadeia logística dispersos geograficamente, o que torna a gestão de transportes ainda mais complexa (Marques, 2001).

Um sistema de transporte é complexo e compreende um conjunto de subsistemas. O objetivo desse sistema é claro e sujeito a interações, ou seja, promove o aumento da competitividade da organização através de melhoria na qualidade de seus serviços e a redução do custo dos mesmos. Todos os subsistemas têm suas ações coordenadas, através de um planejamento integrado que rege a execução dos fluxos informativos, financeiros e de material.

Segundo o ILOS (2012), o desenvolvimento econômico, a melhora no poder aquisitivo e o aumento na concentração populacional nos centros urbanos brasileiros vêm tornando cada vez mais complexa a circulação de veículos nas grandes cidades.

A movimentação de carga é responsável por 10% a 18% do tráfego nas ruas das cidades, onde muitas das entregas são de pequenos volumes em elevado número de viagens. O transporte de mercadorias exige operações de carga/descarga, armazenagem, acondicionamento e embalagem, requerendo mais uso do espaço urbano (Novaes, 2003; Marques 2001, Moreira, 2000).

As ações que visam melhorar o fluxo de cargas e pessoas em grandes cidades são voltadas aos horários de pico como: ações restritivas e reguladoras que limitam a circulação de alguns tipos de veículos em horários específicos; limitação dos tempos de permanência de veículos parados; e implantação de pedágios urbanos (Tacla, 2007; Tacla, 2006). Também são adotadas medidas que exigem investimentos em infraestrutura, como construção de anéis viários, criação de zonas especiais, recuos e baias para carga/descarga e estacionamento de veículos pesados, entre outras (Datz, 2008).

No Brasil, o emprego de restrições de circulação ocorre em algumas capitais e cidades do interior. Estas restrições são voltadas aos veículos de carga, geralmente com limitações nos horários de carga/descarga e no tamanho e peso dos veículos. Existem também cidades com áreas e horários restritos de circulação, além do rodízio de placas.

Estas restrições implicam em adaptação do sistema logístico das empresas que realizam entregas nestes centros urbanos (Datz, 2008; Lima Jr., 2005). A restrição de veículos de carga em determinados horários pode afetar todo o planejamento de distribuição das transportadoras, exigindo replanejamento dos roteiros de entrega, revisão dos contratos de trabalho com motoristas e, até mesmo, investimento em novos veículos e modelos de rede de distribuição (ILOS, 2012).

3. METODOLOGIA

O auxílio multicritério à decisão é uma metodologia utilizada na modelagem dos processos decisórios como uma ferramenta de auxílio na tomada de decisão. A principal característica é a análise de alternativas viáveis segundo critérios ou atributos previamente definidos.

Esta metodologia constrói vários critérios a partir de diversos pontos de vista dos atores envolvidos (Roy e Bouyssou, 1990) e, em seguida avalia as ações considerando as

preferências do decisor (Ensslin *et al.*, 2001). O objetivo é auxiliar na seleção de uma ou várias soluções para um problema apresentado (Cordeiro Netto *et al.*, 1993) e facilitar os decisores na avaliação e escolha das alternativas do problema em questão que facilite o processo de decisão (Ensslin *et al.*, 2001).

O auxílio multicritério à decisão pode ser dividido em três etapas: Estruturação; Avaliação; e, Recomendações. A estruturação do problema é um processo que se busca compreender uma situação de decisão (Belton e Stewart, 2002), define e analisa o contexto da decisão e na determinação dos objetivos fundamentais a serem alcançados. As atividades da estruturação são as seguintes (Galves, 2012): Identificar o tipo de situação; Caracterizar o contexto decisório; Especificar valores; Criar alternativas; Estimar níveis dos atributos por alternativa.

A avaliação ocorre por meio do uso de métodos de avaliação que utilizam as preferências do decisor e estabelece relações de preferência entre duas alternativas (Roy e Bouyssou, 1993). Uma vez estruturado o problema e as alternativas avaliadas é possível analisar as possibilidades de intervenção e/ou proposição de uma solução viável a uma determinada situação, bem como estabelecer recomendações.

Estas três etapas da análise multicritério - estruturação, avaliação e recomendação - foram utilizadas para a problemática deste artigo quanto ao planejamento dos serviços de transportes e a colaboração entre os diversos atores e serão descritas a seguir em conjunto com os resultados. Os dados foram coletados em base secundária por meio de consultas a parâmetros estabelecidos por órgãos competentes no Estado de São Paulo e em base primária por meio de entrevistas aos atores envolvidos.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Estruturação

4.1.1. Caracterização do Contexto Decisório

O contexto decisório auxilia na clara definição da situação, bem como define o conjunto de alternativas apropriadas para uma situação de decisão (Keeney, 1992). Para o problema apresentado, o contexto decisório foi definido nos seguintes componentes: *Nível de decisão* - projeto; *Limite geográfico* - cidade de Campinas (SP); *Limite temporal* - um ano; *Atores* - Embarcador, Operador logístico, Transportador, Recebedor, População; *Decisor* - Operador logístico.

4.1.2. Objetivos dos Atores e do Decisor

Uma vez definidos os atores e o decisor, o passo seguinte da estruturação do problema é a definição dos objetivos de cada um dos atores em relação à problemática. Estes objetivos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Objetivos dos atores e do decisor.

Ator	Objetivos
Embarcador	Reduzir custo; Melhorar nível de serviço.
Operador Logístico	Aumento da produtividade; Melhorar nível de serviço; Reduzir o custo da operação; Segurança.
Transportador	Horário; Otimizar a carga nos veículos; Otimizar a rota; Tipo de veículo; Melhorar a eficiência energética; Segurança.
Recebedor	Receber na agenda/quantidade acordada; Otimizar a frequência de recebimento; Melhorar a gestão visual (informação, etiquetagem) da carga
População	Fluidez no tráfego; Melhoria das condições ambientais (poluentes)

4.1.3. Objetivos Fundamentais e Objetivos Meio

O terceiro passo corresponde à definição dos objetivos fundamentais (torna explícita uma razão essencial de interesse em uma situação) e dos objetivos meio (importante para alcançar um objetivo fundamental). Para cada caso, perguntou-se o porquê de um objetivo ser importante para aquele ator. Os objetivos (fundamental e meio) são representados na tabela 2.

Tabela 2: Objetivos meios e Objetivos fundamentais dos atores.

Ator	Objetivos Meio	Objetivo Fundamental
Embarcador	Reduzir custo. Satisfação do cliente (destinatário). Aumentar a venda do produto. Aumentar a receita.	Reduzir custo. Aumentar a receita. Atender a demanda.
Operador Logístico	Aumentar o nº de entregas a um mesmo custo. Atender a demanda. Satisfação do cliente (do embarcador). Aumentar a entrega de produto. Aumentar a receita. Reduzir o custo da operação. Diminuir a incidência de roubos e acidentes. Garantir a continuidade do negócio.	Aumentar a receita. Reduzir o custo da operação. Diminuir a incidência de roubos e acidentes.
Transportador	Garantir a continuidade do processo. Evitar a ruptura de separação de pedidos. Evitar a ruptura no ponto de venda. Maximizar a capacidade do veículo. Reduzir o custo de entrega. Realizar mais entregas. Reduzir o custo de entrega. Atender as necessidades físicas do produto e legais do meio. Atender à legislação. Diminuir a incidência de roubos e acidentes.	Garantir a continuidade do processo. Reduzir o custo de entrega. Reduzir o custo de entrega.
Recebedor	Evitar ruptura no ponto de venda. Atender a demanda. Reduzir custos. Facilitar o recebimento da carga. Diminuir a incidência de erros. Agilizar a operação de recebimento. Reduzir custos.	Atender a demanda. Reduzir custos.
População	Evitar congestionamento. Reduzir tempo. Melhorar a qualidade de vida (poluentes e ruído).	Evitar congestionamento. Melhoria das condições ambientais (poluentes).

Alguns objetivos meio se repetem para outros atores. Contudo, essa repetição permitiu identificar a coerência entre os objetivos individuais dos atores e assim determinar os objetivos fundamentais, o que auxiliou na elaboração da hierarquia de objetivos fundamentais descrita a seguir.

4.1.4. Hierarquia de Objetivos Fundamentais

A hierarquia dos objetivos fundamentais reúne apenas os objetivos fundamentais que compõem o objetivo geral e resulta na estrutura/hierarquia abaixo (figura 1), onde alguns são desdobrados em um segundo nível conforme a necessidade de especificação.

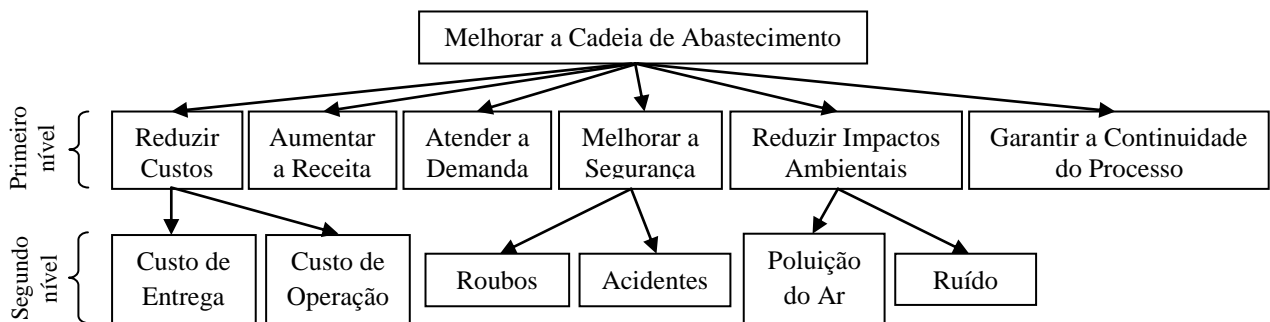


Figura 1: Hierarquia dos objetivos fundamentais

4.1.5. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada entre os meses de março de 2012 e junho de 2012 por meio de entrevistas pessoais dos atores envolvidos na cadeia e parâmetros estabelecidos pelos órgãos competentes para o Estado de São Paulo (Tabela 3). Os entrevistados eram profissionais da área de logística e/ou transportes que trabalham em empresas embarcadoras e receptoras, transportadoras ou operadores logísticos.

4.1.6. Atributos

A partir da hierarquia é possível estabelecer os atributos para cada um dos objetivos fundamentais. Este estudo considerou dois tipos de atributo: o direto e o construído.

Cada objetivo fundamental possui um atributo correspondente, seguido de sua escala de medida. Com base nas informações os órgãos competentes foram definidos o melhor e o pior nível para cada atributo. Os dados de melhor e pior nível obtidos para os atributos "custo de entrega", "custo de operação", "receita" e "número de pedidos" foram definidos a partir de dados reais de uma empresa privada que atua no setor de serviços em transportes.

Tabela 3: Definição dos atributos.

Objetivo Fundamental	Atributo	Escala de Medida	Melhor Nível	Pior Nível
Reduzir custo de entrega	Custo de entrega	Relação do custo do frete e o peso transportado (peso cubado) ⁵	22	30
Reduzir custo de operação	Custo de operação	Relação dos custos de armazenagem e movimentação com o volume expedido ⁵	3	5
Aumentar a receita	Receita	Varição percentual da receita no período ⁵	+ 5%	0%
Atender a demanda	Nº de pedidos	Relação entre o nº pedidos recebidos e o nº pedidos atendidos	99%	95%
Melhorar a Segurança	Roubos	Relação entre o valor financeiro de roubos e o valor total transportado ¹	0,2%	0,8%
	Acidentes	Quantidade de acidentes ^(*) por mês ²	0	52
Diminuir a poluição do ar	Nível de CO	Quantidade de CO emitido pela frota medido em ppm ³	4,5	30
Diminuir ruído	Nível de Ruído	Nível sonoro medido em decibéis ⁴	50	70
Garantir a continuidade do processo	Construído (<i>On Time Delivery</i>)	Construído: atraso na coleta, atraso na entrega, erro	5	0

Fonte: ^{1,2} Departamento de Polícia Civil, Polícia Militar e Superintendência da Polícia Técnico-Científica - 1º DP (Centro) – Campinas (2011); ^{3,4} CETESB (2011). ^(*) Lesão corporal culposa por acidente de trânsito. ⁵ Percentual sobre a base atual de ganho/redução real (desconsiderando a inflação).

Para o último objetivo - garantir a continuidade do processo - construiu-se um atributo por tratar-se de uma medida qualitativa (Tabela 4), cujas principais variáveis consideradas foram quanto a coleta, entrega e erros. Estes três quesitos são fundamentais para os atores e podem comprometer toda a estrutura de transportes caso haja alguma falha na cadeia de suprimentos. O pior nível está representado no nível de impacto "0", onde os atrasos ocorrem nas etapas de coleta, entrega e há erros. O melhor nível é o de número "5" e não há atrasos na coleta e na entrega, bem como não existem erros.

Tabela 4: Atributo construído - Garantir a continuidade do processo.

Nível de Impacto	Descrição
0	Atrasar a coleta, atrasar a entrega e cometer erro.
1	Não atrasar a coleta, atrasar a entrega e cometer erro.
2	Não atrasar a coleta, não atrasar a entrega e cometer erro.
3	Atrasar a coleta, atrasar a entrega e sem erro.
4	Atrasar a coleta, não atrasar a entrega e sem erro.
5	Não atrasar a coleta, não atrasar a entrega e não cometer erro.

Diante as definições dos atributos, as alternativas visualizadas foram três e, assim, elaboradas conforme as intervenções no modelo de rede de transporte e distribuição, descritos a seguir.

4.2. Alternativas

O atual modelo de transportes segue o modelo tradicional de carga fracionada (LTL - *Less Than Truck Load*) o qual tem como características principais:

- Utilização de *hubs* intermediários para consolidação e desconsolidação de carga;
- Cargas para (ou de) vários clientes, ou de um cliente único haverá várias entregas em uma rota para vários destinos, normalmente não se caracteriza colaboração. A conjugação ou consolidação de carga ocorre pela ação do transportador ou do operador logístico;

O modelo supracitado apresenta como principais atividades: *coleta de mercadorias, desconsolidação/consolidação nos terminais (hubs) intermediários, transferência para hubs próximos a região da entrega final e entrega da mercadoria (last mile)*.

Para esta problemática foram definidas três alternativas descritas a seguir e ilustradas na figura 2.

Alternativa 1: *Reduzir a frequência de entrega dos pedidos de venda dos clientes* - Esta alternativa pressupõe que os pedidos dos clientes deverão ser entregues com menor frequência, ou seja, haverá a consolidação de um maior número de pedidos/quantidades dos clientes.

Alternativa 2: *Planejamento operacional do CD conforme a roteirização de distribuição* - Neste modelo, elimina-se parte do processo na transportadora, descrito anteriormente, quanto ao manuseio nos terminais (não há *picking*). Neste novo processo é possível eliminar a tarefa de triagem e classificação das mercadorias recebidas, por “praça” de destino, permanecendo apenas as tarefas de movimentação interna, uma vez que a carga já foi devidamente pré separada e carregada de forma unitizada respeitando as rotas de distribuição que serão utilizadas no cross docking.

Alternativa 3: *Novo modelo de rede de transporte com a substituição do modelo LTL para o embarque direto com milk run* - Uma rota de *milk run* é aquela na qual um caminhão tanto realiza entregas de um único fornecedor para múltiplos destinos, ou vai de múltiplos fornecedores para um único destino (a segunda alternativa é muito utilizada pela indústria automobilística). O conceito e a expressão “*milk run*” ou corrida do leite é ilustrada com a figura de um caminhão (ou carroça) que passa nas portas das fazendas, fazenda a fazenda, em horários rígidos (janelas de agendamento) recolhendo os frascos de leite e levando para uma entidade processadora.

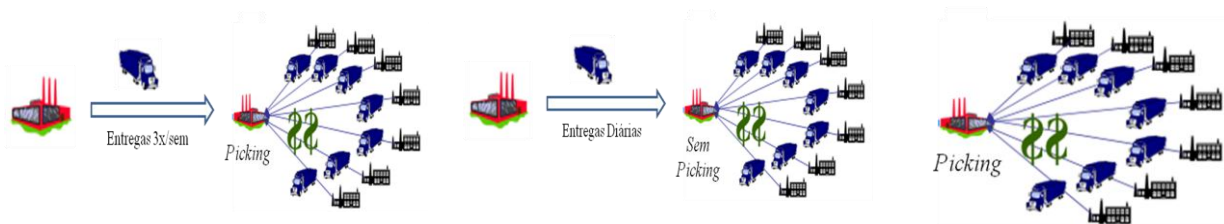


Figura 2: Ilustração das alternativas 1, 2 e 3, respectivamente

4.2.1. Níveis dos Atributos por Alternativas

O nível de cada atributo foi determinado para todas as alternativas incluindo a situação atual, que servirá de parâmetro para a análise e recomendações, como demonstra a Tabela 5.

Tabela 5: Níveis dos Atributos por Alternativas.

Atributos	Alternativas			Situação Atual
	1	2	3	
Custo de entrega	24	27	22	27
Custo de operação	3	3,5	5	3,25
Receita	1,25	3,75	5	2,5
Número de pedidos	97	98	99	97
Roubos	0,4	0,3	0,2	0,6
Acidentes	0	6	12	6
Nível de CO	11	25	4,5	25
Nível de ruído	60	65	50	65
Continuidade do processo	2	3	4	2

A avaliação da Tabela 5 permite identificar que, em alguns atributos, a situação atual está igual a algumas das alternativas como, por exemplo, nos atributos acidentes (6), nível de CO (25) e nível de ruído (65), ou seja, a situação atual está igual à alternativa 2. Outros atributos apresentaram valores aproximados em relação às alternativas.

4.3. Avaliação

4.3.1. Método da Função de Valor Multicritério

A definição dos critérios de avaliação das ações potenciais para cada um dos pontos de vista permite quantificar o desempenho destas conforme os valores dos decisores. Quando o problema envolve diversos decisores, a definição de uma função de valor auxilia na articulação das preferências destes (Keeney e Raiffa, 1993) por meio da ordenação das preferências entre pares de níveis de impacto ou de ações potenciais (Dyer e Sarin, 1979).

Para a problemática apresentada neste trabalho, as funções de valor foram construídas a partir de dois métodos: método da pontuação direta e o método da bissecção. Para os atributos, cujos descritores são quantitativos contínuos e utilizam uma clara definição de "pior" e "melhor nível", utilizou-se o método da bissecção, cujas etapas para a definição da função de valor são:

- associar os níveis de impacto ("pior" e "melhor") a dois valores em uma escala (0 e 100, respectivamente);

- questionar o decisor quanto a ação que está entre o pior e o melhor nível em termos de valor e, dessa forma, definir os pontos intermediários da função de valor quanto à atratividade;
- refinar a função de valor para os pontos 75 e 25.

Este método permite definir diversos pontos intermediários, sendo os mais comuns 0 e 100 (pior e melhor nível) e os pontos 25, 50 e 75 como os intermediários da função. Esses procedimentos foram realizados para todos os atributos contínuos.

Para o único atributo construído, o método indicado é o da pontuação direta. Neste caso, define-se o descritor (no caso, qualitativo) e seus níveis de impactos ordenados do pior ao melhor nível. Novamente, esses níveis são associados a dois valores na escala (0 e 100, respectivamente) e os decisores questionados para haver a definição numérica da atratividade dos outros níveis.

4.3.2. Funções de Valor

Os procedimentos descritos anteriormente foram realizados e resultou nas funções de valor apresentadas a seguir na forma gráfica (Figura 3) utilizando os métodos da bissecção e da pontuação direta. Essas funções de valor foram utilizadas para ordenar a preferência dos diversos atores, frente às incertezas de desempenho das ações, resultando nos "valores" apresentados na Tabela 6.

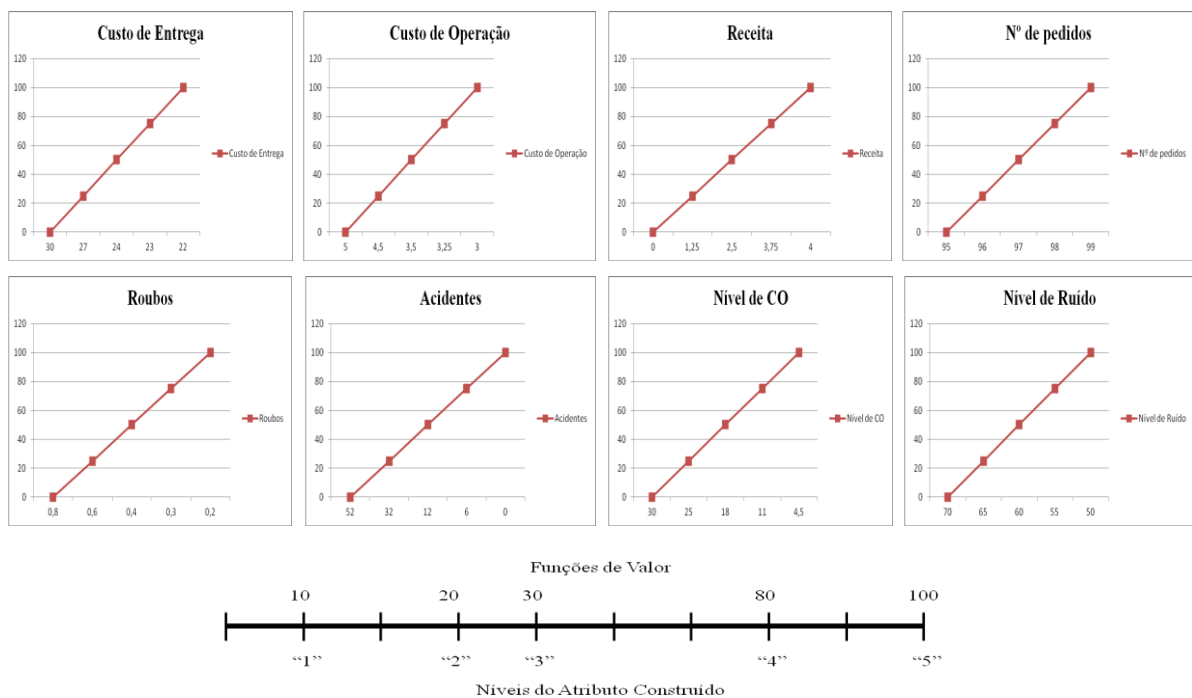


Figura 3: Funções de valor para o problema

Tabela 6: Descritor e função de valor

	Custo de Entrega		Custo de Operação		Receita		Nº de Pedidos		Roubos		Acidentes		Nível de CO		Nível de Ruído		Construído	
	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor	Nível	Valor
Alternativa 1	24	50	3	100	1,25	25	97	50	0,4	50	0	100	11	75	60	50	2	30
Alternativa 2	27	25	3,5	50	3,75	75	98	75	0,3	75	6	75	25	25	65	25	3	40
Alternativa 3	22	100	5	0	5	100	99	100	0,2	100	12	50	4,5	100	50	100	4	80
Situação Atual	27	25	3,25	75	2,5	50	97	50	0,6	25	6	75	25	25	65	25	2	30

4.3.3. Constantes de Escala

As constantes de escala representam o quanto os decisores estão dispostos a perder o desempenho de uma ação para melhorar outra (Keeney, 1992) e, dessa forma, agregar as decisões na análise.

Os valores parciais foram encontrados com a aplicação dos métodos da bissecção e da pontuação direta, ambos descritos anteriormente, ou seja, por meio dos gráficos. Estes valores parciais estão descritos nas Tabelas 7 e 8. As constantes de escalas foram encontradas a partir do método *swing weights*, onde coube aos decisores "escolher um critério onde a desempenho da ação fictícia melhora para o nível de impacto 'bom' (Keeney, 1992) e a ele atribuir 100 pontos". O procedimento se repete para todos os demais critérios até a definição da ordem de passagens dos níveis (do 'ruim' para o 'bom').

O passo seguinte é a normalização desses valores para que a soma seja igual a 1 por meio da divisão entre o ponto e o somatório de todos os pontos, ou seja,

$$w_i = v_i / \Sigma v \quad (1)$$

em que w_i : é a constante de escala de um atributo;
 v_i : é o valor (ponto) de um atributo; e,
 Σv : o somatório de todos os valores (pontos).

Para os atributos do 2º nível da hierarquia dos objetivos fundamentais foram encontradas as constantes de escala (tabela 7) referentes aos atributos: custo de entrega; custo de operação; acidentes; ruído; poluição do ar; e, roubos.

Tabela 7: Constantes de escala para os atributos do 2º nível da hierarquia dos objetivos fundamentais.

Atributo	Valor Parcial (v)	Somatório (Σv)	Constantes de Escala (w)
Custo de Entrega	100	200	= 100/200 = 0,5 ou 50%
Custo de Operação	100		= 100/200 = 0,5 ou 50%
Roubos	70	170	= 70/170 = 0,41 ou 41%
Acidentes	100		= 100/170 = 0,59 ou 59%
Poluição do Ar	90	190	= 90/190 = 0,47 ou 47%
Ruído	100		= 100/190 = 0,53 ou 53%

Os mesmos procedimentos foram realizados para os atributos do 1º nível da hierarquia dos objetivos fundamentais (Tabela 8) para a determinação da avaliação global. Neste caso, os atributos passaram por uma nova avaliação de desempenho por parte do decisor e definiram-se novos valores (v). O somatório será igual à soma de todos os valores parciais referentes ao 1º nível, ou seja, 450.

Tabela 8: Constantes de escala para os atributos do 1º nível da hierarquia dos objetivos fundamentais.

Atributo	Valor Parcial (v)	Somatório (Σv)	Constantes de Escala (w)
Reduzir custos	100	450	= 100/450 = 0,22 ou 22%
Atender a demanda	100		= 100/450 = 0,22 ou 22%
Garantir a continuidade do processo	90		= 90/450 = 0,20 ou 20%
Aumentar a receita	80		= 80/450 = 0,18 ou 18%
Melhorar a segurança	60		= 60/450 = 0,13 ou 13%
Reduzir impactos ambientais	20		= 20/450 = 0,04 ou 4%

A Figura 4 apresenta novamente a hierarquia dos objetivos fundamentais incluindo os valores parciais e as constantes de escala (em termos percentuais).

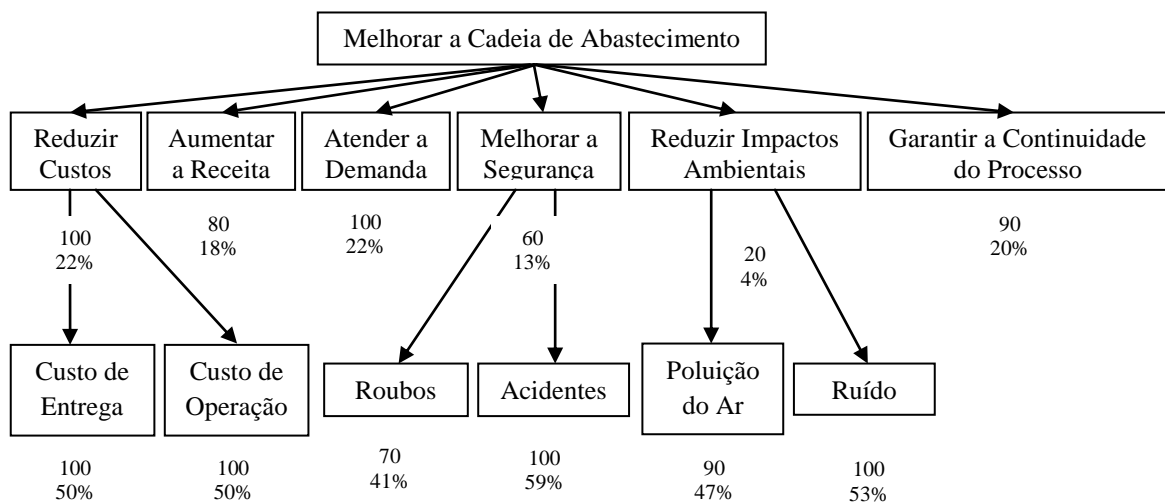


Figura 4: Constantes de escala para cada objetivo fundamental

4.3.4. Avaliação Local das Alternativas

Para a avaliação local das alternativas fez-se uma soma ponderada de cada um dos critérios, ou seja, os valores locais foram multiplicados por suas respectivas constantes de escala referente a cada atributo.

O objetivo fundamental "reduzir custo" dá dividido em dois outros objetivos fundamentais - "custo de entrega" e "custo de operação". A avaliação global de "reduzir custo" foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Reduzir custo} = [(\text{valor do custo de entrega} * \text{constante de escala}) + (\text{valor do custo de operação} * \text{constante de escala})] * \text{constante de escala de reduzir custo} \quad (2)$$

Para os objetivos fundamentais sem o desdobramento - aumentar a receita, atender a demanda e garantir a continuidade do processo - utilizou-se a seguinte formulação:

$$\text{Aumentar a receita} = \text{valor de aumentar a receita} * \text{constante de escala} \quad (3)$$

Estes cálculos foram repetidos para os demais atributos que possuíam ou não desdobramentos de objetivos em um segundo nível, considerando as alternativas e resultou na Tabela 9.

Tabela 9: Avaliação local das alternativas.

	Reduzir custo	Receita	Demanda	Melhorar a segurança	Impacto Ambiental	Continuidade do processo
Alternativa 1	16,5	4,5	11	10,3	2,5	6
Alternativa 2	8,25	13,5	16,5	9,8	1,0	8
Alternativa 3	11,0	18	22	9,2	4,0	16
Situação Atual	11,0	9	11	7,1	1,0	6

4.3.5. Avaliação Global das Alternativas

O valor global advém da soma de todos os dados obtidos na avaliação local, ou seja, será dado por:

$$V(a) = w_1 v_1(a) + w_2 v_2(a) + w_3 v_3(a) + \dots + w_n v_n(a) \quad (4)$$

em que

$V(a)$: é o valor da ação a ;

$v_1(a), v_2(a), \dots, v_n(a)$: representam o valor parcial da ação a nos critérios 1, 2, ... n ;

w_1, w_2, \dots, w_n : são as constantes de escala dos critérios 1, 2, ... n ; e, n é o número de critérios do modelo. O resultado da avaliação global é observado na Tabela 10.

Tabela 10: Avaliação global das alternativas e ganhos.

	Total	Ganhos
Alternativa 1	50,8	13%
Alternativa 2	57,0	26%
Alternativa 3	80,2	78%
Situação Atual	45,1	

Considerando a avaliação das alternativas em relação aos atributos, a alternativa 3 é a melhor para o problema apresentado por ter apresentado maior valor global (80,2) quando comparada às outras duas. A situação atual apresentou um valor menor (45,1) que qualquer uma das três alternativas, o que indica que com a menor e de mais fácil implementação de melhorias na cadeia como a alternativa 1 é possível obter ganhos de 13%.

A alternativa 2 prevê entregas diárias com a carga já roteirizada sendo embarcada nos caminhões. Para tanto, a operacionalização dentro do centro de distribuição necessita ser bem planejada e aliada a sistemas de informações para tal efeito, cujo ganho é de 26%.

Por outro lado, a alternativa 3 é a mais audaciosa e requer uma período maior de implementação, bem como requer o desenvolvimento de um forte e efetivo processo colaborativo entre os atores da cadeia de suprimentos, além de um robusto TMS (Transportation Management System), porém é onde pode conseguir o melhor resultado, podendo gerar ganhos de 78%, quando comparado ao modelo tradicional.

5. RECOMENDAÇÕES E COMENTÁRIOS

A grande oportunidade brasileira para solucionar os problemas de logística urbana está na criatividade na busca por soluções e na forma como estas são transformadas em inovações efetivas.

Neste sentido, este estudo possibilitou desenvolver relações de colaboração entre os atores da cadeia de suprimentos, sendo eles o cliente, os operadores logísticos, os transportadores e a população. Estas relações visam melhorar os serviços, eficiências e custos associados ao transporte e processo de entrega, o que pode trazer benefícios a todos os envolvidos desde que estes estejam comprometidos com os novos processos.

A consideração de toda a cadeia e sua complexidade, ilustrada pelo modelo abaixo, reforça a idéia supracitada de que o processo organizado de compartilhamento de informações, o planejamento e a execução conjunto pode ser obtido por meio de parceria, coerção, esquemas de incentivo etc. Isso enfatiza que um novo paradigma de eficiência coletiva, de fato, pode trazer ganho para todos os atores da cadeia.

Este estudo trouxe de imediato, mas ainda que superficial, as necessidades abaixo como principais responsáveis pela mudança de paradigma e uma nova reorganização da cadeia: Investimento em tecnologia da informação e centrais de tráfego de veículos; Investimento em ativos (veículos menores, equipamentos de carga e descarga etc.); Maximizar a colaboração da cadeia de suprimentos; Foco na eficiência operacional e gestão do dia-a-dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belton, V.; Stewart, T.J. (2002) *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*, Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CETESB. (2011) *Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90*.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CETESB. (2011) *Norma ABNT n.º 10.151*.
- Cordeiro Netto *et al.*. (1993) *Métodos multicritério aplicados ao planejamento de recursos hídricos: o caso da escolha de um sítio de barragem de regularização no sudoeste da França*. Parte 1 – discussão teórica In: Congresso da ABRH.
- Datz, D.; Rojas, A.. (2008) *Abordagem Sistêmica para Modelagem da Gestão do Transporte sob o Enfoque da Qualidade do Serviço*. UFRJ/Coppe – Programa de Engenharia de Transportes – PET.
- Ensslin, L.; Montibeller Neto, G.; Noronha, S. MacDonald. (2001) *Apoio a Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. Florianópolis, SC: Editora Insular.
- Instituto de Logística e Supply Chain - ILOS. (2012) *Distribuição Urbana: Os Efeitos das Restrições de Circulação para os Transportadores de Carga*.
- Galves, M. L. (2012) *Notas da aula: Avaliação Multicritério em Transportes*. Campinas.
- Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS). (2012) *Distribuição Urbana: Os Efeitos da Restrições de Circulação para os Transportadores de Carga*.
- Keeney, R.L. (1992) *Value-focused thinking: a path to creative decision making*, Harvard University Press, Cambridge.
- Keeney, R.L.; Raiffa, H.. (1993) *Decisions with multiple objectives–preferences and value tradeoffs*, Cambridge University Press, Cambridge & New York.
- Lima Jr., O. F. (2005) *A Carga na Cidade: Hoje e Amanhã*, LALT Universidade Estadual de Campinas.
- Marques, V.. (2001) *Utilizando o TMS (Transportation Management System) para uma Gestão Eficaz em Transportes*. Disponível em: <http://www.cel.coppead> Acesso em 23 nov.2012.
- Moreira, R. (2000) *Avaliação de Projetos de Transportes Utilizando Análise Benefício Custo e Método de Análise Hierárquica*. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil.
- Novaes, A G.. (2003) *Veículos Leves para Deslocamento de Mercadorias no Meio Urbano: Evolução e Tendências* palestra ministrada no workshop “Tendências da Distribuição em Rotas Urbanas” Abril, Fiat, Minas Gerais.
- Pereira, A.L. (2010) *Curso de Teoria Geral de Sistemas*. Programa de Engenharia de Transportes. COPPE/UFRJ.
- Prefeitura Municipal de Campinas. (2010) *Campinas - Indicadores de Excelência*.
- Roy, B., Bouyssou, D.. (1993) *Aide multicritère à la décision: Méthodes et cas*. Economica. Paris.
- Tacla, D.; Lima Jr. O. F.; Botter, R.C. A.. (2006) *Collaborative Transportation Proposal For Urban Deliveries: Costs And Environmental Savings*, White paper.
- Tacla, D.; Lima Jr. O. F.; Botter, R.C.; Suyama, S. (2007) *Planning a Good Logistic Net Working Design Can Save Money and Environmental for Urban Cargo Deliveries*. White paper.