

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



**Uma análise da logística colaborativa na indústria**  
**farmacêutica**

**Luiz Fernando Moreira da Silva**

**Campinas, SP**

**2010**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**Uma análise da logística colaborativa na indústria  
farmacêutica**

**Luiz Fernando Moreira da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Douglas Tacla**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Concentração de Transportes.

**Campinas, SP**

**2010**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

Si38a Silva, Luiz Fernando Moreira da  
Uma análise da logística colaborativa na indústria  
farmacêutica / Luiz Fernando Moreira da Silva. --  
Campinas, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: Douglas Tacla.  
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo.

1. Logística. 2. Logística empresarial. 3. Distribuição  
e mercadoria. 4. Rede - Distribuição. 5. Transportes -  
Custo operacional. I. Tacla, Douglas. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,  
Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: An analysis of the collaborative logistics for the pharmaceutical  
industry

Palavras-chave em Inglês: Logistics, Business logistics, Physical distribution of goods,  
Distribution networks, Transportation-cost of operation

Área de concentração: Transportes

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Orlando Fontes Lima Junior, Antonio Batocchio

Data da defesa: 08/02/2010

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**Uma análise da logística colaborativa na indústria**  
**farmacêutica**

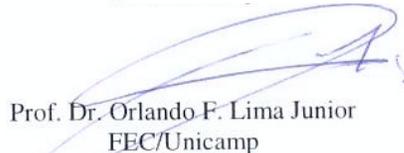
**Luiz Fernando Moreira da Silva**

Dissertação apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Concentração de Transportes.

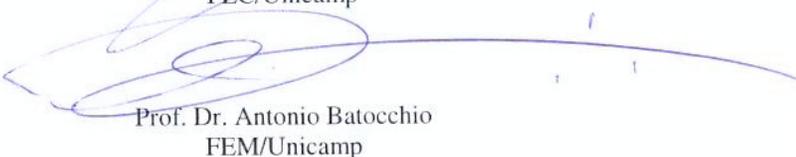
**COMISSÃO EXAMINADORA**



Prof. Dr. Douglas Tacla  
**FEC Unicamp**



Prof. Dr. Orlando F. Lima Junior  
**FEC/Unicamp**



Prof. Dr. Antonio Batocchio  
**FEM/Unicamp**

**Campinas, 08 de Fevereiro de 2010.**

## DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação de Mestrado a minha família e meus amigos, que sempre estiveram a meu lado, me apoiando e motivando. Em especial, dedico a **meu pai, Jader**, que, apesar de não estar mais entre nós, continua sendo minha fonte de inspiração e exemplo para vencer. A **minha mãe, Ivone**, que com sua garra, humildade e perseverança continua me ensinando a nunca desistir. E a **minha esposa, Larissa**, pela pessoa fantástica que ela é, pelo seu amor, seu carinho e pelas noites adentro, sempre acordada ao meu lado, me suportando e motivando a fazer o melhor, sempre. Dedico ainda a **meus irmãos, Maria Inês e Julio Cesar**, por estarem sempre tão presentes em minha vida, me servindo de exemplo e, com paciência, me explicando e auxiliando em tudo.

## AGRADECIMENTOS

Começo meu agradecimento por aquele que sempre acreditou neste trabalho e muitas vezes foi além de suas responsabilidades para me motivar a continuar, meu orientador, colega de trabalho e meu mentor nas horas vagas, **Prof. Dr. Douglas Tacla**, por quem expressei meu apreço e admiração. Um agradecimento especial para o **Prof. Dr. Orlando F. Lima Junior**, por sua paciência, compreensão e apoio a um mestrando “*part time*”, sem o qual este trabalho jamais teria sido possível. Não posso deixar de agradecer aos **Profa. Dra. Eliana Senna e Prof. Dr. Antonio Batocchio**, por seus valiosos conselhos e sugestões. Quero agradecer também à empresa onde trabalho, DHL, pela motivação inicial para ingressar neste programa e àqueles colegas de trabalho e de mestrado que, de alguma forma, me ensinaram ou ajudaram a trilhar o caminho correto. Por fim, agradeço a Deus pela oportunidade, pela vivência e conhecimentos adquiridos e por minha saúde.

“Você cria seu próprio universo ao longo do caminho.”

*Winston Churchill*

“Dê o primeiro passo na fé. Você não precisa ver a escada inteira. Apenas dê o primeiro passo.”

*Martin Luther King, Jr*

## RESUMO

SILVA, Luiz F. M. **Uma análise da logística colaborativa na indústria farmacêutica.** Campinas. Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2010. 87 p. Dissertação de Mestrado.

Esta dissertação objetiva discutir a situação atual da logística farmacêutica na Grande São Paulo e analisar uma alternativa para a distribuição de medicamentos destinados às farmácias, sob os aspectos estratégico, tático e operacional. Esta alternativa deverá permitir a redução de custos e melhorar a eficiência desta distribuição urbana com entrega feita por meio de transporte rodoviário. Uma vez aplicada esta alternativa, espera-se uma redução nas taxas de poluição e de tráfego de veículos de entregas, com vantagens em comparação ao método atualmente utilizado pelo mercado farmacêutico. O uso da logística colaborativa no desenho da malha desta estratégia de distribuição fina é facilitado pela grande interação já existente entre as empresas do setor farmacêutico. Esta interação será ainda maior devido à publicação da Lei 11.903/09 e, mais recentemente, à regulamentação da ANVISA RDC 059/09, que torna obrigatória a coleta e troca de informação entre produtores, distribuidores e varejistas. De modo a tornar esta estratégia viável, sua composição de custos deve permitir a inserção de um parceiro de distribuição na malha atual. Este parceiro deverá estar apto a planejar e executar as entregas destinadas à região metropolitana, reduzindo o número de veículos usados na operação em comparação ao método de distribuição regular. Por se tratar de um método de distribuição em grandes centros urbanos por intermédio de um único parceiro, o ganho de escala proporcionado pode tornar viável o uso de uma frota de veículos movida a combustível limpo ou ecológico, como etanol ou eletricidade, permitindo maior redução da poluição gerada pela distribuição urbana. A forma utilizada para desenvolver este trabalho se deu pela análise de uma operação real de distribuição de medicamentos na Grande São Paulo, sua comparação com uma abordagem colaborativa para a distribuição de medicamentos na mesma região e a conclusão com base nos resultados gerados pela simulação e comparação das variáveis que influenciam o tráfego, a emissão de poluentes e

os custos envolvidos com a distribuição de medicamentos em áreas urbanas. Após o desenvolvimento destes dois métodos de distribuição, eles foram aplicados às variáveis atribuídas a cada um, a partir de dados e premissas baseadas em operações reais colhidas junto a um operador logístico de distribuição de medicamentos, gerando valores comparáveis e que embasaram uma conclusão e recomendação, a partir deste estudo. Uma das premissas mais importantes deste estudo é que, adicionalmente às variáveis consideradas, esta nova configuração deve provar sua eficiência também no que se refere ao nível de serviço, isto é, a frequência e a pontualidade nas entregas urbanas, mantendo-o, no mínimo, no mesmo nível encontrado atualmente. A conclusão deste trabalho será a comparação de três variáveis entre a configuração atual - em que vários e diferentes transportadores precisam atingir lojas de varejo diariamente, entregando diversos tipos de produtos, e configuração proposta - em que apenas um transportador fará as entregas nas áreas urbanas.

*Palavras-chave: canais de distribuição, logística colaborativa, distribuição fina, redução da poluição*

## ABSTRACT

This dissertation aims to discuss the current situation of pharmaceutical logistics in the São Paulo metro area and analyze an alternative for the distribution of pharmaceutical products for the drugstores and pharmacies located in the metro regions under the aspects strategic, tactic and operational. The alternative for the distribution method presented in this study shall allow a cost reduction and improve the efficiency of the urban distribution using the ground transportation. Once this alternative is applied, it will be expected a reduction in pollution and transit rates generated by this urban deliveries, bringing advantages when in comparison with the current method utilized by the pharmaceutical market. The use of collaborative logistics to design this distribution network strategy is facilitated by the great interaction already existing among the pharmaceutical industry. This interaction will be even bigger due to the issue of a new law n. 11.903/09 and a new rule from the Federal Sanitary Agency (ANVISA), n. 059/09, which states the obligation of exchanging information among industry, logistics providers, wholesalers and retailers. To make the strategy presented in this study feasible, the costs involved in its operation must to allow insert a new partner in current supply chain. This partner must be apt to plan and execute the deliveries in the metro area, reducing the number of vehicles used in this operation in comparison with the current or regular distribution method. Considering this is an urban distribution method for a big city using an unique provider, the scalability can allow the use of a clean fuel fleet, as ethanol or electricity, allowing an even bigger reduction in the pollution generated by this urban distribution piece. The methodology used was the analysis of a real operation for pharmaceutical distribution in the Sao Paulo metro area, its comparison with a collaborative approach and then the conclusion based on the results obtained through the simulation of the two scenarios using the arguments that affect the traffic, pollution and the costs involved in this distribution. The data to simulate the two scenarios were taken from a real operation of pharmaceutical distribution located in the Sao Paulo metro area. One of the most important assumptions is that this model must to prove its efficiency in the service level, assuring at least the same level provided currently. The conclusion will be the comparison between the current methods, where many different carriers need to carry goods to retail stores daily, with the proposed method, where only one carrier will provide the deliveries in the metro area.

*Key words: collaborative logistics, fine distribution, pollution reduction*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Escala de Ringelmann .....	46
Figura 2: Monitoramento emissão de fumaça .....	47
Figura 3: Hi-Vol .....	48
Figura 4: Estação fixa para monitoramento da qualidade do ar CIC Lactec Curitiba.....	48
Figura 5: Unidade Móvel de Monitoramento da Qualidade do Ar – PETROBRAS.....	48
Figura 6: Índice de desconformidade da frota circulante - veículos diesel .....	51
Figura 7: Fumaça - Evolução das concentrações na RMSP .....	52
Figura 8: Representação da configuração atual .....	63
Figura 9: Representação da configuração proposta .....	64
Figura 10: Desenvolvimento da configuração atual .....	65
Figura 11: Desenvolvimento da configuração proposta .....	66
Figura 122: Esquema do funcionamento da rastreabilidade de medicamentos .....	79
Figura 133: Esquema do interfaceamento da rastreabilidade de medicamentos .....	80
Figura 144: Esquema do interfaceamento da rastreabilidade de medicamentos .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 1998.....	53
Tabela 2: Custos de dano ambiental e à saúde para cenários distintos.....	54
Tabela 3: Detalhamento das premissas gerais .....	62
Tabela 4: Premissas do cenário proposto.....	69
Tabela 5: Premissas do cenário proposto.....	71
Tabela 6: Premissas da operação de transferência.....	73
Tabela 7: Premissas do centro de consolidação.....	74
Tabela 8: Premissas de mão de obra.....	75

# SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
SUMÁRIO.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O mercado farmacêutico no Brasil .....	1
1.2 Trânsito e poluição nas grandes cidades.....	5
1.3 O Problema da Logística Urbana de Cargas.....	7
1.4 Delineamento do trabalho.....	9
2 OBJETIVO .....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
3.1 Revisão da literatura para tópicos correlatos e de suporte ao tema .....	17
3.2 Ferramentas Matemáticas e Científicas .....	17
3.2.1 Pesquisa Operacional.....	17
3.3 Análise das características de mercado .....	21
3.3.1 Distribuição de Medicamentos .....	21
3.3.2 Distribuição Urbana.....	25
3.4 Conceitos Aplicados .....	33
3.4.1 Logística Colaborativa.....	33
3.4.2 Transporte Colaborativo .....	40
3.4.3 Poluição .....	43
4 Problema a ser resolvido.....	57
5 METODOLOGIA.....	61
5.1 Cenários .....	62
5.1.1. Cenário Atual.....	63
5.1.2. Cenário Proposto .....	63
5.2 Modelagem .....	64
5.2.1. Modelagem do cenário atual.....	65
5.2.3 Modelagem do cenário proposto .....	66
5.3. Aplicação das configurações .....	69

5.3.1.	Cenário atual.....	69
5.3.1. 3.	Cenário proposto.....	71
5.4	Economia anual .....	76
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	77
7	CONCLUSÃO.....	87
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O mercado farmacêutico no Brasil

O Mercado farmacêutico é fortemente regulamentado em todo o mundo. Especificamente no Brasil, o governo tem incrementado o controle da produção, manuseio, distribuição e comercialização de medicamentos. Este aumento na regulamentação e no controle foi percebido principalmente depois da fundação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, sigla: ANVISA.

A ANVISA foi estabelecida por meio da lei 9.872, em janeiro de 1.999, conferindo importante independência administrativa e uma larga abrangência ao controle sanitário no Brasil.

Especificamente no que se refere aos transportes, a ANVISA estabeleceu padrões mínimos de qualidade que visam a assegurar a estabilidade dos produtos farmacêuticos ao longo de sua vida útil, evitando a possibilidade de se alterarem os efeitos terapêuticos dos medicamentos, o que poderia trazer riscos para o paciente. Se por um lado a criação destes padrões amplia o controle e traz mais segurança ao consumidor do medicamento, por outro lado estes padrões aumentam significativamente os custos envolvidos na operação. Este aumento nos custos se dá por uma série de fatores, entre eles a necessidade de licenciamento das empresas envolvidas no transporte do medicamento, e de todas as suas filiais, além da adequação de suas estruturas físicas, o que exige um grande investimento para a implantação e um alto custo de manutenção. Apenas como ilustração dos requisitos adicionais exigidos para o transporte e distribuição de medicamentos, pode-se citar a necessidade de contratação de um farmacêutico responsável por assegurar o correto manuseio de tais produtos, para cada filial da empresa, que deverá assegurar o cumprimento das regras estabelecidas pelos órgãos competentes (ANVISA, Conselhos Regionais de Farmácia – CRF e Vigilâncias Sanitárias - VISAs, Estaduais e Municipais), a segregação - ao longo do manuseio e, principalmente, do transporte - de todo e qualquer produto considerado contaminante de medicamentos, tais como produtos de limpeza, químicos, combustíveis, alimentos, etc., entre outros requerimentos. Esta necessidade de segregação reduz em muito a capacidade de os transportadores disponibilizarem suas frotas para produtos de outros segmentos,

favorecendo a ociosidade no transporte e, conseqüentemente, aumentando os custos envolvidos neste tipo de operação.

Os altos investimentos e grandes custos com obtenção e manutenção das licenças necessárias para o estabelecimento de operações de transporte de medicamentos funcionam como uma barreira de entrada para grande parte das empresas transportadoras, limitando o acesso a este segmento apenas às de grande porte. Com isso, a oferta do serviço fica restrita a um número reduzido de provedores, o que também contribui para um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, novamente pressionando para cima os custos do transporte de medicamentos.

Aliada ao fator custo operacional, descrito nos parágrafos anteriores, existe uma tendência cada vez mais forte de controle sobre os preços de venda dos medicamentos. Este controle se dá por razões diversas, desde o fato de ser usado como uma forma de redução ou controle dos gastos públicos com a saúde da população até como a possibilidade de ampliar ou assegurar o acesso da população aos tratamentos. Sob óticas distintas, vários países têm aumentado o controle dos preços dos medicamentos (e o Brasil não é uma exceção a esta regra).

A combinação destas duas características intrínsecas do mercado de medicamentos - a tendência de aumento dos custos por conta da forte regulamentação do setor e, por outro lado, a pressão por redução dos preços de venda - diminui as margens e os lucros da indústria, pressionando-a para recuperar essas margens em seus processos, por meio da otimização. Considerando que os custos logísticos na indústria farmacêutica representam sozinhos de 3% a 8% do preço final dos medicamentos, estes custos têm sido um importante item de recuperação das margens perdidas pela indústria ao longo do tempo.

Desta forma, a indústria farmacêutica mundial tem recorrido a algumas técnicas para o aumento de suas margens operacionais. Um recurso que tem sido utilizado em diversos países do mundo - como Austrália, Itália, Bélgica, Turquia, Inglaterra e África do Sul - é a reestruturação da estratégia de distribuição, em que a indústria passa a vender e entregar diretamente ao varejo, em vez de utilizar distribuidores atacadistas para isso. Esta estratégia, chamada de distribuição direta, é indicada pela literatura acadêmica como a recomendável para a distribuição de produtos de alto custo e alto volume, conforme Bowersox e Closs (1996). Já o trabalho de Levy e Weitz (1998)

destaca que a escolha do tipo de distribuição para o varejo deve considerar, simultaneamente, o custo total associado a cada alternativa e o atendimento ao cliente. A distribuição escalonada permite que o varejo opere com menos estoque, resultado de entregas mais frequentes a partir do centro de distribuição.

Produtos farmacêuticos possuem alto valor agregado, porém os volumes movimentados são relativamente baixos. Talvez por este motivo o mercado farmacêutico tenha migrado gradativamente para a estratégia de distribuição escalonada, também chamada de indireta, porém de forma acentuada somente a partir da década de 80, com o estabelecimento de um dos maiores distribuidores farmacêuticos em atividade hoje no País. Com a adoção desta estratégia, os grandes produtores de medicamentos no Brasil desestruturaram suas áreas de crédito e cobrança, função esta que foi absorvida pelos distribuidores; desta forma, se sujeitaram ao risco de inadimplência das farmácias. A indústria farmacêutica também reestruturou sua área comercial, tornando-a muito mais enxuta e com foco no atacado, ao invés do foco no varejo.

Os distribuidores, por sua vez, com a permeabilidade de sua distribuição, chegaram aos locais mais remotos do Brasil, permitindo acesso aos medicamentos em áreas onde anteriormente isto era bastante restrito. Adicionalmente, em razão da forte concorrência no ramo de atacado farmacêutico existente no Brasil, os distribuidores flexibilizaram e incrementaram gradativamente seus serviços e suas condições comerciais, o que ajudou a tornar possível a massificação das farmácias no território nacional. Notadamente, as condições de pagamento com longos prazos e a alta frequência de entregas - que em grandes centros atingiam os pontos de vendas mais de uma vez ao dia - permitiram que as farmácias operassem com baixíssimo capital de giro, uma vez que utilizavam o alto padrão de serviço para manter um nível muito baixo de estoques e os longos prazos de entrega para financiar sua operação. Esta prática leva, muitas vezes, a uma ruptura nos estoques do varejo, principalmente de medicamentos com prescrição e de alto valor, favorecendo a substituição da prescrição por similares ou genéricos, o que impacta as vendas da indústria, principalmente das empresas multinacionais.

Este ciclo ainda contribuiu para fazer do Brasil um dos países com o maior número de farmácias do mundo. Segundo o Conselho Federal de Farmácias - CFF - (2008), existe cerca de 70 mil farmácias no País, numa proporção de uma farmácia para cada grupo de três mil pessoas, número

que pode ser considerado excessivo se comparado com a recomendação da Organização Mundial da Saúde - OMS – (, que é de uma farmácia para cada oito mil habitantes. Esta fragmentação no varejo gera complexidade adicional para a distribuição de medicamentos, uma vez que o número de pontos a serem abastecidos pode ser considerado alto, e isto acaba se refletindo no número de veículos envolvidos nas entregas, no tráfego gerado por estes veículos, na conseqüente poluição e, principalmente, nos custos de distribuição do medicamento.

Por fim, mas não menos importante, a grande atratividade para o roubo de mercadorias do mercado de medicamentos e sua distribuição por meio de mercado informal fizeram com que a indústria, seguradoras, provedores logísticos, transportadores e distribuidores investissem somas consideráveis em recursos (humanos, financeiros, materiais e temporais), como forma de dificultar a ação das quadrilhas especializadas neste tipo de roubo. Novamente, o impacto nos custos foi muito significativo e contribuiu fortemente para a corrosão das margens de lucro da indústria farmacêutica.

Por todos os fatos listados, a indústria está buscando de volta tais margens, necessárias para manter o negócio atrativo para investidores, sobretudo na pesquisa de novas moléculas. Desta forma, durante os últimos anos, houve diversos debates e iniciativas visando a transferir de volta para a indústria a visibilidade do comportamento do mercado de varejo, o controle sobre as ações de venda e, principalmente, a disponibilidade de produtos na gôndola.

Com a crise mundial que se abateu sobre os mercados no final de 2008 e o conseqüente enxugamento da disponibilidade de crédito no mercado brasileiro, a indústria ganhou uma nova motivação para reavaliar suas estratégias de distribuição, uma vez que muitos distribuidores farmacêuticos tiveram que reduzir prazos de pagamentos e limites de créditos às farmácias, provocando um efeito em cadeia que levou alguns distribuidores a se retirarem do mercado, outros a se consolidarem com concorrentes, com impacto na distribuição e disponibilidade de medicamentos nas gôndolas do varejo.

Por esta razão e pelas experiências bem sucedidas das empresas multinacionais em outros países com a distribuição direta, a indústria farmacêutica passou a questionar e adaptar sua estratégia de distribuição, algumas vezes fomentando a transformação do distribuidor em provedor logístico e

outras vezes buscando redução da parcela de vendas feitas pelo distribuidor farmacêutico. Este novo ciclo ainda não se consolidou, e espera-se que ele trará grandes alterações para o mercado de distribuição de medicamentos, tanto no atacado quanto no varejo.

## **1.2 Trânsito e poluição nas grandes cidades**

A poluição nos grandes centros urbanos é, de longe, um dos principais problemas que as autoridades enfrentam atualmente. Embora a poluição apresente diversas formas e provoque impactos distintos, uma das formas mais perceptíveis pela população é aquela gerada pelos veículos automotores. Este tipo de poluição é associado à geração de um grande número de doenças que acometem as pessoas que vivem nas áreas sujeitas a esta ação.

Além da poluição, muitas autoridades em saúde imputam ao trânsito caótico e intenso das grandes cidades outros problemas que freqüentemente levam à perda da qualidade de vida nestes centros urbanos.

Desta forma, as autoridades das grandes cidades buscam continuamente alternativas para reduzir o tráfego nas regiões centrais, uma das formas de reduzir a poluição gerada por veículos automotores e as conseqüências do tráfego intenso de veículos.

Cidades como Londres, Cidade do México, São Paulo, Tóquio e Nova Iorque apelam constantemente para soluções tipo rodízio de veículos, aplicação de taxas para acesso a determinadas áreas (espécie de pedágio), restrição de circulação de veículos comerciais em determinados horários, entre outras, como formas de reduzir os impactos do tráfego sobre a população destas regiões.

Entretanto, estas soluções têm-se mostrado inócuas no médio ou longo prazo, face à capacidade do ser humano de criar alternativas para restrições impostas e, também, à falta de um melhor aparelhamento das malhas de transportes públicos em algumas cidades afetadas por tais restrições. Cidades de países desenvolvidos - como Londres e Tóquio - permitem ao cidadão deixar o carro em casa e utilizar a malha pública de transportes, sem grandes transtornos para sua vida. Já em outras - como São Paulo e Cidade do México - as restrições não são acompanhadas

de bons recursos de transporte público, o que obriga o cidadão a buscar alternativas para contornar a restrição, na maioria das vezes levando-o a burlar a limitação imposta.

A questão do transporte de cargas nestas regiões, e mais especificamente o mercado de varejo farmacêutico no Brasil, é bastante potencializada.

Considerando-se que o varejo do mercado farmacêutico brasileiro é extremamente pulverizado - aproximadamente 72.000 farmácias, o que significa cerca de 3.000 pessoas para cada loja, enquanto que na maioria dos países esta média é de cerca de 10.000 pessoas para cada loja - e que o acesso a este tipo de produto é restrito às classes A e B da população - o que reduz ainda mais o número de clientes em cada farmácia -, o reflexo disso é que existe um número muito grande de pequenas farmácias, concentradas em regiões bem definidas e com faturamento realmente muito baixo. Este baixo faturamento cria barreiras para a manutenção de estoques de produtos nestes estabelecimentos, uma vez que o capital de giro necessário torna-se inviável para estes comerciantes.

Para compensar o baixo nível de inventário, estas farmácias precisam aumentar a frequência das compras e, conseqüentemente, as entregas são feitas diariamente. Em algumas regiões metropolitanas, cada farmácia pode chegar a receber até cinco entregas em um único dia, dependendo de sua localização e da disponibilidade de distribuidores que servem aquela área.

Adicionalmente, muitas farmácias de maior porte e até mesmo grandes redes de farmácias acabam por adotar a prática da entrega diária como forma de melhorar seus indicadores financeiros, uma vez que a solução já está disponível para o setor e não implica, diretamente, em aumento nos custos de aquisição dos medicamentos.

Ignorando completamente os impactos destas práticas na composição dos custos envolvidos na administração deste tipo de comércio - uma vez que as farmácias necessitam manter em seus quadros funcionários especializados e em número suficiente para atender os clientes ao mesmo tempo que recebem as várias entregas diárias - resta observar estas práticas sob a ótica da geração de fluxo de veículos e poluição: a alta frequência de entregas aumenta sensivelmente os

problemas de tráfego e poluição e, portanto, justifica-se uma atenção especial das autoridades que objetivam reduzir a poluição e o tráfego nas áreas em questão.

Este fato desperta interesse especial também na indústria farmacêutica, ao se criar oportunidade de diminuição de seus custos de distribuição e, adicionalmente, por inseri-la na busca pela redução das taxas de tráfego e de poluição gerada por este fluxo diário do transporte de mercadorias.

### **1.3 O Problema da Logística Urbana de Cargas**

O problema da geração do tráfego e da poluição, especificamente causados pelo transporte urbano de cargas, já é hoje alvo frequente de estudos e propostas visando a sua melhoria ou sua regulamentação, em diversos países do mundo. Como exemplo local, a Prefeitura do Município de São Paulo ampliou, por meio do Decreto nº 49.487 de 13 de maio de 2008, a restrição imposta ao tráfego de veículos de carga no município

Entretanto, usando este mesmo exemplo como demonstração, estas medidas restritivas - quando aplicadas isoladamente e sem um investimento prévio para preparar a população e adequar a infraestrutura para sua adoção - geram um resultado praticamente nulo, uma vez que muitas empresas (sejam elas as de transportes, os embarcadores ou os próprios destinatários das mercadorias) não conseguem se adequar para atender às novas restrições e buscam alternativas que viabilizem a manutenção do negócio. Após a implantação das citadas restrições em São Paulo, houve uma redução no transporte de carga com veículos de médio e grande porte e um aumento muito significativo, neste mesmo tipo de transporte, utilizando-se veículos de pequeno porte, que não desobedeciam às novas regras. Desta forma, o resultado esperado não aconteceu; talvez tenha havido um efeito reverso de aumento de tráfego e poluição, como consequência direta da adoção das novas medidas.

Liberato (2005) destacou que [...] “de um lado, o setor privado, representado pelos operadores logísticos e empresas prestadoras de serviços de transporte de carga, vem buscando, cada vez mais, oportunidades para confirmar a essencialidade da eficiência logística de distribuição de carga como fator contribuinte de inovações na cadeia produtiva. De outro lado, o setor público

local tenta controlar os impactos adversos gerados por aquela atividade às condições de vida da população urbana, estabelecendo medidas públicas que, muitas vezes, restringem a capacidade produtiva das operações de transporte.”

Em países ainda em desenvolvimento, a questão da geração de fluxo de veículos por transporte de carga merece uma atenção ainda maior, pois o ritmo acelerado de crescimento destas economias nos últimos anos não tem sido acompanhado pelos investimentos em infraestrutura viária, aumentando rapidamente a demanda de consumo (e, conseqüentemente, a demanda por transporte) sem a criação das condições necessárias para o escoamento do abastecimento nos seus grandes centros.

Os vários efeitos deste crescimento que têm sido percebidos nas grandes cidades são o aumento do tráfego de veículos de carga, o aumento da poluição, os impactos no trânsito muitas vezes já caótico, as constantes perdas de produtividade dos operadores deste tipo de transporte e suas conseqüências no custo dos produtos e, finalmente, no foco cada vez maior mantido pelas autoridades na tentativa de regulamentar este tipo de transporte (o que muitas vezes representa a implantação das já citadas restrições).

Associados a tudo isto, existem alguns outros fatores não menos significativos que contribuem para os efeitos citados. Um destes fatores adicionais que merecem destaque é a busca constante pela eficiência na cadeia de abastecimento, que muitas vezes impõe um incremento no nível de serviço como forma de compensar a redução de estoques da cadeia. Este aumento no nível de serviço pode se traduzir num maior fracionamento das entregas e, conseqüentemente, num maior número de viagens e veículos envolvidos nas operações, novamente colaborando para o aumento do problema.

Por fim, outro aspecto que merece destaque é a maior exigência nas operações de distribuição urbana de determinados produtos e as restrições impostas quanto à compatibilidade de transporte com outras categorias de produtos, tomando como exemplo os medicamentos, que induz ao surgimento de empresas especializadas no segmento e adiciona ainda mais restrições operacionais, que podem ser convertidas em um aumento ainda maior da frota envolvida na distribuição urbana.

De acordo com Lima Junior, (2006), o desenvolvimento de um planejamento urbano que contemple esta variável e de uma legislação que organize suas atividades são os principais papéis do poder público para minimizar estes problemas. É um desafio do poder público o desenvolvimento de políticas voltadas para esta questão, que determinem quais intervenções devem ser feitas nas redes sócio-técnica-informacionais, monitorando o desempenho dos sistemas de movimentação de veículos e de cargas e prevendo demandas futuras destes fluxos.

Alguns trabalhos reconhecidamente importantes nesta área merecem destaque, tais como Chinitz (1960) e Button e Pearman (1981), que focam a questão da carga urbana sob a ótica das políticas públicas, e também o livro de Ogden (1992), cobrindo as questões estratégicas, táticas e operacionais. Além destes trabalhos, atualmente existem diversas entidades dedicadas exclusivamente ao estudo do tema, dentre elas o comitê A1B07, do *Transportation Research Board*, o comitê *Urban Goods Movement* do *American Society of Civil Engineers*, a *European Conference of Ministers of Transport* e a *Japan Society of Civil Engineers*, VISSER; BINSBERGER, NEMOTO (1999).

#### **1.4 Delineamento do trabalho**

Considerando tudo o que foi exposto anteriormente, ou seja, as restrições necessárias à distribuição de produtos farmacêuticos, a necessidade de reduzir o acesso de veículos de carga aos centros das regiões metropolitanas e os impactos causados pela poluição veicular em tais centros, o trabalho aqui desenvolvido aborda uma tratativa diferenciada que tem o objetivo de aprimorar a distribuição de medicamentos destinados às farmácias localizadas nas regiões metropolitanas, de modo a reduzir o tráfego, a poluição e, também, os custos de distribuição.

Considerando as farmácias estabelecidas num grande centro urbano, o conceito aqui utilizado tenta alinhar uma proposta de redução na frota envolvida na distribuição urbana, promovendo maior consolidação das cargas de medicamentos transportadas em um mesmo veículo, conseqüentemente reduzindo os custos operacionais para os transportadores, o tráfego e a poluição, sob intervenção e regulamentação pública, com o claro objetivo de fomentar o investimento privado em soluções logísticas específicas para a redução do tráfego e poluição urbanos, sem prejuízo para os custos operacionais envolvidos. A solução sugere a definição de

um provedor único para cada área determinada na região central. Tal provedor deverá atender na íntegra a todos os requerimentos dos órgãos reguladores Federal, Estadual e Municipal. Embora esta configuração inclua um novo ator na cadeia de distribuição e, com isso, requeira das autoridades responsáveis empenho em fiscalizá-lo, a concentração das entregas em um único provedor facilitará a fiscalização da distribuição fina, tarefa difícil de ser executada sob a configuração atual, pois eles focam uma série de pequenas transportadoras com estrutura própria que, dificilmente, podem ser fiscalizadas a contento.

Fisicamente, este provedor deverá estabelecer uma estrutura de *cross docking* próximo da área a ser atendida. Todo material destinado para as farmácias estabelecidas na região definida deverá ser entregue neste *cross docking*. O provedor deverá receber toda mercadoria a ser entregue na região, sendo ela dividida em rotas de entregas e consolidando-se as entregas em veículos destinados a cada rota.

O primeiro benefício desta configuração é manter longe do centro da cidade o tráfego de caminhões pequenos e médios com cargas parciais. O segundo benefício direto é devido ao encurtamento das rotas, possibilitando ao provedor utilizar veículos de menor porte (minivans, por exemplo), abrindo este canal de distribuição para o uso de veículos movidos a combustíveis alternativos (gás, eletricidade ou álcool). Um terceiro benefício é a otimização dos veículos usados para entregas, o que permite ao transportador reduzir seus custos de distribuição.

Outro ponto importante para o sucesso desta configuração é que ele parte da premissa do uso da logística colaborativa entre os distribuidores de medicamentos. Embora, em primeira instância, sejamos levados a crer que este tipo de logística não é viável em um mercado de forte concorrência, como o de medicamentos, por outro lado a indústria farmacêutica nacional é uma das pioneiras em operar colaborativamente, com a utilização de provedores logísticos únicos para diversas indústrias, sendo que estas compartilham não apenas armazéns, mas também equipes e veículos de entregas.

Para tornar a análise da configuração aqui proposta mais simples, foi necessário determinar uma base comparativa entre esta e a configuração vigente. Para isso, conceituou-se um sistema fechado, delimitado pela área da região metropolitana de São Paulo e, daí, foram analisados os

impactos das duas configurações de distribuição para este sistema. Este sistema tem como limite externo as docas de entrada do *cross docking*, de forma que os veículos utilizados para o abastecimento do *cross docking* não são computados na análise comparativa. Em outras palavras, a análise se ateve a comparar o número de veículos envolvidos diretamente na distribuição fina, desprezando-se aqueles envolvidos de forma indireta, que é o caso, por exemplo, dos veículos de transferência dos distribuidores para o *cross docking*.

Novamente como forma de tornar a análise mais compreensível, o escopo deste trabalho limita-se a analisar as vendas originadas nos distribuidores farmacêuticos às farmácias, desconsiderando, portanto, a distribuição de medicamentos para órgãos públicos e hospitais públicos e privados, mesmo que dentro do perímetro analisado. Por falta de massa de dados consistentes, também foram excluídas do estudo as vendas diretas das indústrias às farmácias.

Para o desenvolvimento do conceito e das ferramentas utilizadas, o trabalho foi segregado em capítulos específicos para cada tema. Temos, então, no capítulo 3, Revisão Bibliográfica, uma análise da bibliografia existente relacionada ao tema e às técnicas utilizadas no embasamento da relevância do problema e no desenvolvimento da solução. O item 3.2 traz as ferramentas matemáticas e científicas utilizadas, com uma breve descrição conceitual e prática destas ferramentas. No item 3.3, faz-se uma análise das características do mercado, especificamente quanto à distribuição de medicamentos e, também, à distribuição urbana de mercadorias, com exemplos de cidades onde soluções semelhantes à aqui proposta foram implantadas e com um breve descritivo dos motivadores e resultados apresentados em cada um dos casos. No tópico 3.4 são feitas as análises detalhadas dos conceitos aplicados no desenho de uma nova configuração de distribuição, principalmente com foco na colaboração logística e de transportes e, também, dos conceitos relacionados à medição e combate à poluição veicular.

O capítulo 4 traz um descritivo mais detalhado do problema a ser resolvido, já determinando os critérios que foram utilizados para avaliar os impactos das configurações atual e proposta. No capítulo seguinte, de número 5, é apresentada a metodologia utilizada no estudo, com a explicação detalhada de cada um dos dois cenários desenhados e analisados, sendo um dos cenários para a configuração atual de distribuição urbana de medicamentos e outro para a configuração proposta. Neste capítulo é feita a modelagem matemática de cada um dos cenários e

a estas duas modelagens são aplicados os valores tomados de uma operação de distribuição urbana real, produzindo os valores que foram comparados para a elaboração da conclusão.

Os dois capítulos seguintes, 6, 7 e 8, trazem, respectivamente, a análise dos resultados obtidos, a conclusão e a referência bibliográfica utilizada na pesquisa e no desenvolvimento deste trabalho.

## **2 OBJETIVO**

Este trabalho objetiva analisar uma nova configuração alternativa para recebimento e distribuição de mercadorias na região da Grande São Paulo, visando a redução dos custos e a melhoria da eficiência da distribuição urbana de mercadorias por meio da entrega rodoviária.

A aplicação desta configuração deve resultar ainda na redução nas taxas de poluição e de tráfego gerados pelos veículos de entregas, resultando em vantagens em comparação a uma das configurações atualmente utilizadas pelo mercado.

A aplicação de um estudo de caso em ambas as configurações deve permitir a análise comparativa e uma conclusão sobre as diferenças entre as duas configurações apresentadas. Uma vez que o estudo de caso trata de uma operação de distribuição de produtos farmacêuticos, ao longo desta dissertação será feita uma descrição detalhada das características deste mercado e a relação destas características com cada uma das configurações.

Uma vez que o mercado farmacêutico é fortemente regulamentado e possui restrições operacionais que provavelmente nenhum outro tipo de produto possui, outro objetivo deste trabalho é discutir tais restrições, analisando seus impactos para a distribuição de medicamentos.

Por fim, objetiva-se motivar outros pesquisadores a utilizar a configuração proposta para desenvolver trabalhos similares para outros tipos de produtos, de modo a testar a aplicabilidade desta configuração para outros tipos de produtos que sejam entregues na região da Grande São Paulo.

## MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

Por meio de vivência de uma operação de distribuição de produtos farmacêuticos, identificou-se que, especificamente para a distribuição urbana de medicamentos no modal rodoviário cujos destinatários sejam farmácias, as configurações de distribuição atuais mantêm um grande custo agregado à sua operação, principalmente se comparado com os custos de distribuição de outros segmentos da indústria. Com base nesta constatação, iniciou-se uma pesquisa para identificar alternativas já existentes e que pudessem contribuir para uma reengenharia da distribuição de medicamentos.

Dentro do cenário exposto e considerando que as regiões centrais de grandes cidades têm uma concentração muito grande de farmácias, há um aumento considerável no fluxo de veículos nestas regiões. Estas grandes cidades têm sofrido as conseqüências do aumento da frota de veículos e da população numa proporção maior do que o incremento da infra-estrutura viária. Todos estes efeitos potencializam a complexidade da distribuição urbana. Também em função disso, muitas cidades têm desenvolvido alternativas visando a reduzir os impactos deste tipo de procedimento no tráfego, porém poucas ou nenhuma têm abordado a questão das configurações de distribuição.

A pesquisa acadêmica revela que a maioria da literatura disponível que trata de configurações de distribuição física é bastante diversificada, não se focando especificamente no mercado farmacêutico. Como este mercado tem características que o diferencia dos demais, um estudo de caso torna-se algo especialmente interessante, pois, caso se viabilize a mudança da configuração para a distribuição farmacêutica, torna-se interessante a suposição de que a nova configuração seja aplicável a outros segmentos do mercado, como por exemplo o mercado de bens de consumo

A logística colaborativa serviu de fonte de inspiração para o desenho da configuração apresentada, uma vez que a base para a sua aplicabilidade é a colaboração. Portanto, parte deste trabalho é investida no entendimento e discussão da colaboração, tanto no seu aspecto mais geral, a logística colaborativa, como também no transporte colaborativo.

Outro aspecto bastante relevante para este trabalho refere-se aos impactos dos veículos automotores sobre os níveis de poluição das grandes cidades. Desta forma, um capítulo específico é dedicado a discutir o tema, abordando também as ações que têm sido tomadas como tentativas de resolver ou amenizar tais efeitos.

Por fim, para o embasamento teórico da solução apresentada, recorreu-se ao uso da modelagem matemática. Para suportar o uso destas ferramentas, faz-se uma breve análise das características do uso de modelos, de modo a inserir no contexto deste trabalho as ferramentas citadas.

Pelo exposto identificou-se que os temas utilizados para compor o trabalho, notadamente a logística e o transporte colaborativos, a questão da poluição e tráfego gerados pela distribuição urbana e os custos envolvidos neste tipo de distribuição, são temas bastante significativos e que merecem um estudo mais profundo e que permita melhorar a distribuição urbana em um grande centro como São Paulo.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Revisão da literatura para tópicos correlatos e de suporte ao tema**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada revisão bibliográfica sobre os temas Distribuição de Medicamentos, Distribuição Urbana, Logística e Transporte Colaborativos, Poluição e Ferramentas Matemáticas, auxiliares na solução do problema aqui exposto.

Para não se tornar exaustivo na análise, a configuração de distribuição apresentada baseou-se nas teorias e estudos existentes para logística e transporte colaborativos, uma vez que para viabilizar sua aplicação é exigida a colaboração entre os vários atores da cadeia.

Considerando que a pesquisa operacional proporciona a resolução de problemas matemáticos para os casos em que a otimização é necessária e, ainda, dado o número de variáveis envolvidas e as características da solução, a ferramenta escolhida para o desenvolvimento deste estudo foi a pesquisa operacional, visto ser bastante precisa para o trabalho realizado.

### **3.2 Ferramentas Matemáticas e Científicas**

#### **3.2.1 Pesquisa Operacional**

De acordo com a definição da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, SOBRAPO, a Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada, voltada para a resolução de problemas reais. Tendo como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de outras áreas científicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir seus objetivos.

Por meio de desenvolvimentos de base quantitativa, a Pesquisa Operacional visa também a introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar, no entanto, dos elementos subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas.

Face seu caráter multidisciplinar, a Pesquisa Operacional é uma disciplina científica de características horizontais com suas contribuições estendendo-se por praticamente todos os domínios da atividade humana, da Engenharia à Medicina, passando pela Economia e a Gestão Empresarial.

Segundo Tavares et al (1996), tirar o máximo proveito de recursos escassos caracteriza os problemas de otimização. De acordo com Mello (2003), na verdade, a palavra otimizar foi durante vários anos quase que um sinônimo de Pesquisa Operacional.

Otimizar é uma atividade que ocupa grande parte da vida, pessoal ou profissional. Seja para maximizar a quantidade de bens e serviços adquiridos com o salário que se recebe, seja para obter o maior lucro possível para a empresa em que se trabalha, com os recursos disponíveis, ou reduzir ao máximo os custos operacionais.

De acordo com Maximiano (2002), dentre as vantagens da utilização da Pesquisa Operacional na determinação da melhor alocação de recursos limitados ou escassos está a possibilidade da realização de simulações de situações reais, antecipando o conhecimento dos potenciais resultados e suas probabilidades de ocorrência. Os métodos, portanto, permitem a avaliação de alternativas com a otimização das atividades e de recursos.

Para Silveira; Lavratti; Benito et al (2005), as fases mais importantes observadas na solução de problemas com Pesquisa Operacional são as descritas a seguir:

- a. Definição do problema: são definidos os objetivos, as alternativas de decisão, os limites e as restrições das variáveis.
- b. Construção do modelo: são apresentadas as características mais importantes do problema abordado. O conhecimento obtido é representado por imagens intelectuais sobre o que é mais relevante da porção da realidade em análise.
- c. Solução do modelo: o método apresenta as saídas ótimas para as entradas de informações do modelo em questão.

- d. Validação do modelo: o modelo é válido se tiver soluções de previsão apropriadas para a realidade estudada e se forem úteis para a tomada de decisão.
- e. Implantação da solução: neste momento são transferidos para a realidade os resultados provenientes das simulações ou das otimizações.
- f. Avaliação final: observação dos resultados práticos do que foi sugerido na solução pelos modelos.

Segundo Saliby (1999), apud Brito (2007, p. 7), [...] “simulação consiste no processo de construção de um modelo que replica o funcionamento de um sistema real ou idealizado (ainda a ser construído) e na condução de experimentos computacionais com este modelo, com o objetivo de melhor entender o problema em estudo, testar diferentes alternativas para sua operação e assim propor melhores formas de operá-lo.”

Ainda segundo Brito (2007), em sua descrição mais completa de um processo de simulação matemática, a modelagem matemática é utilizada para converter um modelo conceitual em computacional, por meio da utilização de uma linguagem de programação de programação ou de um software de simulação. Após a construção do modelo matemático computacional, este precisa ser comparado ao modelo conceitual de modo a avaliar se a lógica definida anteriormente foi fielmente implantada. Somente depois de validado pode-se utilizar o modelo para a realização dos experimentos.

Goldbarg (2000) considera que a programação linear é um tipo especial de otimização; seus algoritmos são extremamente eficientes e podem ser facilmente resolvidos com o uso de computador.

Para que um modelo de programação seja considerado linear, todas as funções envolvidas devem apresentar comportamento linear.

A resolução dos problemas de Programação Linear exige a quantificação do objetivo. Geralmente o objetivo é de maximização ou minimização, ou seja, obter o lucro máximo ou os custos mínimos. Também as restrições são importantes para estabelecer os limites de atuação. Alguns

itens podem estar sujeitos a um determinado limite de capacidade, ao passo que outros são utilizados a partir de um nível mínimo. Finalmente, as condições de não-negatividade devem ser exibidas, para que os valores das variáveis sejam maiores ou iguais a zero.

Dadas as características da configuração a ser desenvolvida neste trabalho e baseado na pesquisa das diversas alternativas de modelagem disponíveis que poderiam ser aplicadas para este desenvolvimento, optou-se pela programação linear, especificamente aplicável para solução de problemas de transporte. De acordo com a definição dada a este tipo de problema na programação linear, ele envolve o transporte de alguma carga de diversas fontes a diversos pontos de destino. Dados o custo da distribuição entre cada fonte e destino, as produções das fontes e as capacidades dos destinos, pretende-se minimizar o custo total do transporte. Este tipo de modelagem se adéqua, fácil e rapidamente, ao problema exposto e à solução almejada, facilitando enormemente seu desenvolvimento e, principalmente, sua replicação.

De acordo com Christopher (1999), a administração do canal de distribuição preocupa-se com os resultados financeiros, mas também permanece atenta à percepção que os clientes têm a respeito de seus serviços. Ele apresenta o exemplo de que o objetivo logístico baseia-se fundamentalmente em atividades que resultam na entrega do produto certo, no lugar certo e na hora certa. Isso, segundo o autor, seria a condição para a melhor condução dos negócios e para haver incremento na lucratividade e manter-se competitivo.

### **3.3 Análise das características de mercado**

#### **3.3.1 Distribuição de Medicamentos**

A logística de distribuição é uma área em constante evolução. Durante os últimos anos, diversas mudanças afetaram a logística de segmentos distintos da indústria. Tais mudanças passaram pelo questionamento do papel do intermediário entre a indústria e o varejo, o chamado atacadista ou distribuidor. Em alguns segmentos da indústria, esse questionamento produziu mudanças profundas, tais como a eliminação do intermediário em determinados canais de distribuição e até mesmo a substituição de um tipo de intermediário por outro. Na indústria farmacêutica este movimento ainda não chegou com força suficiente para produzir mudanças profundas. De qualquer forma, o questionamento sobre os papéis dos diversos atores na cadeia de distribuição da indústria farmacêutica ocorre e, atualmente, está mais vivo do que nunca. Recobrando o que foi tratado na introdução deste trabalho como sendo os principais motivadores para este estudo, percebe-se que alguns temas são comuns aos diversos segmentos da indústria como, por exemplo, a política de estoques no varejo, a frequência de distribuição ou nível de serviço para atender à demanda, a proximidade do centro de distribuição do ponto de varejo e, não menos relevante, a relação indústria x distribuidor x varejo, que torna importante avaliar os impactos deste estudo para esta relação - apesar de não ser este o objetivo aqui -, uma vez que as configurações a serem analisados terão impactos diretos sobre ela.

Portanto, partindo de uma visão mais generalista e olhando para os estudos já realizados e que podem suportar a análise deste tema para a indústria farmacêutica, chega-se ao que tem sido estudado por Christopher, (2000), que cita que as últimas três décadas foram marcadas por fortes transformações nas relações de fornecimento entre indústria e varejo.

Em relação à política de estoques e seus impactos sobre a cadeia de distribuição, há diversos estudos que visam a auxiliar a logística a buscar alternativas para reduzir de forma viável os níveis de estoque na cadeia, de uma forma geral. E ainda, a reestruturação da cadeia de distribuição é uma das formas mais utilizadas para buscar a otimização dos estoques e dos custos envolvidos em tal distribuição, o que vem a corroborar um dos objetivos principais deste estudo.

Desta forma e de acordo com Hoek (1998a e 1998b), diversas indústrias reestruturaram suas redes de distribuição para atender à contínua demanda do varejo por menores estoques e maiores níveis de serviço. Diversas metodologias foram desenvolvidas e implantadas para atender a esse objetivo: *Efficient Consumer Response* – ECR, *Quick Response* – QR (FIORITO e MAY, 1995), *Vendor Managed Inventory* – VMI (WALLER e JOHNSON, 1999), *Continuous Replenishment* – CR (ELLINGER e TAYLOR, 1999) e *Continuous Replenishment Program* – CRP (LIZ, 1999 e ANDRASKI, 1994).

Entretanto, embora estas iniciativas tenham alcançado, em parte, o sucesso dos casos, para Harrison e Voss (1990) e Romero (1991) existem casos em que enquanto no varejo a reestruturação das operações na indústria permitiu a redução dos estoques, na indústria houve casos de redução e de aumento destes estoques.

Uma visão interessante sobre esses efeitos não homogêneos é trazida por Johnson e Stice (1993) e também por Jones (1991). Esta visão traz para o debate a questão do posicionamento estratégico da rede de distribuição da indústria, considerando as características dos produtos e da demanda e as expectativas do nível de serviço no varejo.

Dentro desta questão, surgem duas vertentes que podem ser chamadas de distribuição direta e distribuição escalonada, de acordo com as definições propostas por Evers (1999), Leeuw e Goor (1999), Evers e Beier (1998), Tallon (1993) e Amstel e Amstel (1985). Os autores citados classificam estas duas vertentes em função das características dos produtos e demandas estudados. Desta forma, de acordo com Bowersox e Closs (1996), a distribuição direta é recomendada para produtos de alto custo e alto volume e a escalonada para produtos de baixo custo, com possibilidade de consolidação do transporte entre a indústria e o centro de distribuição.

Para Levy e Weitz (1998), a escolha do tipo de distribuição para o varejo deve considerar simultaneamente o custo total associado a cada alternativa e o atendimento ao cliente. A distribuição escalonada permite que o varejo opere com menos estoque, resultado de entregas mais frequentes a partir do centro de distribuição.

Ainda segundo Levy e Weitz (1998), a distribuição direta no varejo também é favorecida pela proximidade geográfica. Sob os prismas da indústria e do varejo, a escolha do tipo de distribuição é indiferente quando são considerados os critérios distância entre a origem e o destino e volume de compras: maiores distâncias e menores volumes, distribuição escalonada com consolidação via centro de distribuição; menores distâncias e maiores volumes, distribuição direta da indústria ao varejo. Quando o critério de análise é o nível de estoque na indústria e no varejo, a distribuição escalonada implica maiores níveis de estoque para o primeiro e menores para o segundo, e a distribuição direta, o contrário.

Por tudo o que foi revisado da literatura existente e fazendo a analogia para a distribuição de medicamentos, este tipo de produto não se enquadra unicamente em nenhuma das duas definições de distribuição, direta e escalonada. Medicamentos são, em geral, produtos de alto custo adicionado, o que atende a uma das características descritas pela literatura como necessárias para justificar a distribuição direta. Por outro lado, a distribuição de medicamentos se caracteriza também pelo baixo volume distribuído e pela alta frequência de entrega, o que levaria a uma distribuição escalonada. Desta forma, passa a fazer sentido analisar uma solução baseada em uma configuração mista, de modo a adequar as características dos produtos e do mercado de medicamentos. Assim, o estudo aqui proposto combina as vantagens da distribuição escalonada - que são a frequência da distribuição, a possibilidade de redução dos estoques no varejo e os altos custos adicionados aos produtos - com os benefícios da consolidação de cargas, o que é uma das características da distribuição direta.

Sob os impactos das configurações a serem discutidos neste estudo considerando-se o custo, este componente é de extrema importância para o segmento, haja vista que o preço representa uma das principais barreiras ao acesso aos medicamentos. Desta forma, a sua redução por meio de políticas públicas apresenta-se como um instrumento eficaz para ampliação do referido acesso a esses produtos no Brasil. Contudo, tal ampliação significa apenas uma primeira etapa de uma necessária intervenção ampliada e sistemática, visto que ela não garante, por si só, uma melhoria da equidade, compreendida como igualdade de acesso e utilização para iguais necessidades, conforme apontado por Santos (2001).

Ainda de acordo com o autor, o mercado, quando operando livremente, não é capaz de propiciar um adequado padrão de equidade e bem-estar social no setor saúde, resultando na necessidade de intervenção governamental. Além da questão do financiamento, a atuação do Estado deve ocorrer também pela formulação e implantação de políticas que contemplem, entre outras coisas, mecanismos de regulação para assegurar o cumprimento de uma série de funções básicas e necessárias, em prol do bem-estar coletivo.

Em sentido amplo, entendem-se por “regulação” aquelas ações implantadas para ajustar o funcionamento de um sistema a algumas determinadas finalidades. Em sentido estrito, a intervenção dos órgãos públicos na sociedade, objetivando a melhoria da eficiência com a qual o mercado aloca os recursos ou, ainda, objetivando aumentar o bem-estar social dessa alocação, conforme Ortún (1996) *apud* Santos (2001).

Conforme discussões de vários autores acerca desse contexto, o problema central é fundamentalmente político. A capacidade e a habilidade de coordenar essas atividades de regulação, associadas à alocação de recursos e à administração de conflitos, determinam a boa governabilidade e regulação dos sistemas sanitários. Isto não significa, necessariamente, um comando centralizado, autoritário e/ou com absoluta predominância do Estado, mas sim a efetiva definição de papéis e responsabilidades, inclusive do poder público, no que se refere aos cuidados de saúde e ao bem-estar social, providos pelos serviços públicos e privados.

No campo farmacêutico, especificamente, essa regulação acontece em alguns aspectos. Para o propósito do estudo aqui apresentado, vale a pena ressaltar dois deles. O primeiro é o sanitário, que busca a garantia da segurança, eficácia e qualidade dos medicamentos disponibilizados por meio de um marco legislativo e normativo adequado, assim como de uma estrutura de vigilância apropriada. Este tipo de regulação será abordado mais especificamente neste estudo para demonstrar seus impactos sobre os custos envolvidos na distribuição de medicamentos e, conseqüentemente, no preço de venda destes produtos.

O segundo é o econômico, relacionado com a regulação dos preços, tanto pelo controle direto deles quanto dos mecanismos “extra-preço”: melhoria da dinâmica competitiva do mercado com a estratégia dos genéricos, legislação antitruste, desenvolvimento da ciência e tecnologia reduzindo a dependência externa, redução da carga tributária, controle dos gastos institucionais,

melhoria da eficiência na gestão e utilização dos recursos, entre outros. Este segundo aspecto também será analisado neste estudo de modo a salientar a crescente importância da otimização na redução dos custos de produção e distribuição de medicamentos como forma de manter a atratividade do setor frente à forte regulamentação dos preços de venda dos medicamentos.

Por fim, vale ressaltar que o estudo utilizará a forte característica de regulamentação a que o setor já está acostumado para propor uma alternativa viável para a distribuição de medicamentos.

De acordo com Pereira (2003), a proliferação das farmácias foi tamanha que obrigou a indústria farmacêutica a promover uma mudança na logística de distribuição do mercado. Cerca de 20 anos atrás, a indústria optou por uma configuração de distribuição indireta, via distribuidores especializados, abandonando a relação fabricante/varejista. Este estudo reforça as características da configuração de distribuição atual, baseado na relação indireta entre indústria e varejo, via distribuidor especializado.

### **3.3.2 Distribuição Urbana**

De acordo com Scaringella (2001), o transporte de cargas com caminhões grandes, médios e pequenos ajuda a complicar a situação já caótica do trânsito em cidades como São Paulo. O autor destaca ainda que não faltaram tentativas nos últimos anos de usar horas ociosas, de pouco movimento, para fazer o transporte e a operação de carga e descarga. De acordo com seu texto, o transportador gosta da ideia, a população que enfrenta o trânsito aplaude, entretanto os responsáveis pelos pontos de recebimento não concordam em ter em seu estabelecimento equipes de pessoal e segurança para receber a carga em horários não comerciais.

Indo ao encontro do trabalho aqui exposto, Scaringella (2001) aponta que [...] “é de se notar que propostas alternativas de uma distribuição mais inteligente de viagens ou deslocamentos são formas de melhorar o trânsito sem grandes investimentos, porém é necessária muita vontade política para convencer as pessoas, físicas ou jurídicas, inclusive políticos, a mudarem de comportamento.”

Ainda corroborando o que foi exposto neste estudo, o autor analisa que a solução do rodízio guarda dentro de si uma dinâmica que, com o tempo, anula o benefício pretendido, não somente

pela aquisição de um segundo veículo (geralmente mais poluidor), como também por ser mobilizada uma reserva de carros com placas que obedecem à exigência do rodízio.

Por fim, ele pontua que em qualquer sistema viário saturado a retirada efetiva de 20% dos veículos que circulam principalmente nos horários críticos representa um efeito de fluidificação do trânsito e que o que resta é a discussão sobre como retirá-los; e, ainda, que a extensão e a gravidade do problema do trânsito paulistano requerem uma abordagem sistêmica, uma intervenção profunda com visão de longo prazo. É um desafio tecnológico, político e administrativo que exige um tratamento mais holístico e menos setorizado e um amplo debate com todos os segmentos representativos, justamente uma das proposições deste estudo.

Conforme um artigo publicado por Ferreira Filho e Melo (2001), o problema da distribuição urbana já é apontado como caos urbano e foi motivador de um estudo que utilizou a pesquisa operacional para roteirização de entregas e conseqüente redução de fluxo de veículos nestas áreas.

De acordo com o autor, a grande concentração populacional nos grandes centros urbanos tem provocado o aparecimento de um número cada vez maior de pontos de atendimento. Ao mesmo tempo, tentando evitar o “caos urbano” provocado por um número cada vez maior de veículos, as companhias de engenharia de tráfego têm imposto uma série de restrições, tanto de tamanho como de horários de circulação de veículos, nas operações de coleta e/ou entrega de produtos.

Adicionalmente, os clientes estão cada vez mais exigentes no que diz respeito a qualidade e prazos de entrega, gerando uma competitividade crescente e uma busca por serviços cada vez mais customizados que, para as empresas de distribuição de produtos, têm se tornado um fator cada vez mais importante na obtenção de vantagem competitiva e conquista de fatias cada vez maiores do mercado.

A relação entre os três temas aqui abordados - tráfego, custos e impactos ambientais - também é citada em um trabalho desenvolvido por Liberato (2005), que alega que a problemática dos freqüentes congestionamentos de veículos nas vias pode ser apontada como uma das principais preocupações recentes dos governantes. Primeiramente pela sua crescente ocorrência e, conseqüentemente, por seus efeitos maléficis para a sociedade. A autora estuda a ineficiência do

sistema de abastecimento de mercadorias, agravada pelo congestionamento de veículos, e busca identificar os principais obstáculos para o avanço da logística de distribuição de bens na Região Metropolitana de São Paulo.

De acordo com a autora, aquela ineficiência pode ser gerada, por um lado, pela irracionalidade no uso do sistema viário, somada à carência de infra-estrutura de suporte às operações logísticas e, por outro, pela ausência de planejamento integrado das operações de movimentação de cargas. Embora haja grande esforço do setor público e do setor privado em atenuar esta problemática, a exemplo do projeto do Rodoanel e dos trabalhos de entidades representativas, percebe-se que os resultados ainda são incipientes.

Especificamente no que diz respeito ao transporte de carga, Liberato destaca que os agentes econômicos envolvidos no setor de distribuição da carga urbana vêm enfrentando vários desafios para garantir a sustentabilidade da atividade. Pode-se dizer, contudo, que a preocupação acerca do desenvolvimento daquele setor refere-se basicamente a dois aspectos. O primeiro deles está relacionado ao aumento de eficiência econômica da atividade, refletida pela elevação de produtividade e pela maximização de lucros das empresas atuantes no setor. Já o segundo aspecto diz respeito à redução dos impactos adversos gerados pela agressão ao Meio Ambiente.

Por fim, ela destaca que as políticas públicas sozinhas não são capazes de solucionar o problema de transporte de mercadorias na região metropolitana de São Paulo.

Dentro da linha explorada pela autora e, também, pela base do trabalho aqui apresentado, as PPPs (parcerias público-privadas) aparecem como uma alternativa viável para impulsionar as iniciativas que visam a melhorar o tráfego, a poluição e os custos envolvidos na distribuição urbana. Alguns países já avançaram sensivelmente no estabelecimento deste tipo de parceria para resolver ou aprimorar o problema da distribuição urbana. Alguns exemplos foram extraídos dos trabalhos de Browne e Nemoto (2003) que, embora tratem mais específica e genericamente a questão das PPPs, trazem boa base comparativa de projetos similares ao apresentado aqui e com objetivos também semelhantes.

### **a) Áustria**

Foi formada por operadores logísticos uma empresa de plataforma logística suportada pelo governo da província de Styria juntamente com a iniciativa privada, especificamente por intermédio de uma empresa chamada *Freight Village Cargo Center Graz*, com os objetivos de reduzir os custos de distribuição urbana e o número de caminhões nas vias para melhoria do Meio Ambiente.

### **b) Japão**

Novamente por meio da iniciativa conjunta entre governo e empresas privadas, foram implantados quatro terminais públicos de carga no entorno de Tóquio. Estes quatro terminais ocupam área de 100 hectares, que servem para transbordo de cargas e circulação de caminhões. Adicionalmente a esta iniciativa, o projeto possibilitou o uso de vans elétricas por 79 empresas de Tóquio, com o objetivo de reduzir a emissão de poluentes gerada pela distribuição urbana.

### **c) Itália**

Em Parma, na Itália, o governo adotou solução similar à de Tóquio, com junção da iniciativa privada ao suporte público, para a implantação dos chamados Centros de Distribuição Urbana (CDU). Este projeto faz parte da política de sustentabilidade da mobilidade urbana de Parma e consiste na implantação de vários *Transit Points* (CDU) próximos ao centro urbano da cidade, onde as mercadorias podem ser desconsolidadas para serem entregues aos seus destinos finais. Novamente, os principais objetivos do projeto são melhora da qualidade do ar e a redução do congestionamento do tráfego.

Ainda de acordo com o trabalho de Browne e Nemoto (2003), existem dois conceitos utilizados para definir uma PPP. O primeiro deles, mais restrito, trata de projetos específicos em que tanto o setor privado quanto o público têm interesses, objetivos, riscos e recompensas compartilhados. O outro conceito trata de iniciativas conjuntas entre os setores público e privado que envolvam a difusão de informação, comunicação, cooperação ou trabalho conjunto. O primeiro conceito favorece os projetos de longo prazo pelos quais o setor público tem responsabilidade. O segundo tipo de PPPs tem sido cada vez mais utilizado e preferido pelo setor público, uma vez que ele

permite à iniciativa privada participar do processo de tomada de decisão e, desta forma, espera-se que seu sucesso fomente novas parcerias público-privadas.

Os autores citados destacam ainda que normalmente o relacionamento público e privado, no que tange à distribuição urbana de cargas, não pode ser considerado uma parceria, visto que na maioria das vezes o setor público define as regras e informa ao setor privado, o qual deve se adequar às novas regras. Entretanto, apontam que esta abordagem está mudando em diversos países, como é o exemplo da Holanda, que criou um fórum (chamado PSD – *Platform Stedelijke Distributie* ou *Forum for Physical Distribution in Urban Areas*) que desenvolve uma agenda conjunta com a iniciativa privada para analisar e tratar os problemas da distribuição urbana de cargas.

Como exemplos de PPPs na área de distribuição urbana de cargas, Browne e Nemoto (2003) citam algumas iniciativas de sucesso em vários países do mundo:

- *Cross dockings* e centros de consolidação
- Centros intermodais
- Veículos de energia alternativa
- Parceria para a qualidade do frete
- Uso de Sistema de Transporte Inteligente
- Zonas de baixa emissão
- Tarifa de congestionamento

De acordo com o trabalho de Liberato (2005), “o *The Institute for City Logistics* (ICL) foi constituído em Kyoto, no Japão, em 1.999, tendo como objetivo principal ser um centro de excelência em pesquisa e desenvolvimento para a logística das cidades e para o transporte de carga urbana. O ICL conduz pesquisas fundamentais e investigações aplicadas ao tema, fornecendo, também, meios para troca de experiências, conhecimentos e informações relacionadas à *City Logistics*.”

Segundo Taniguchi (2001) *apud* Liberato (2005), a definição do ICL *City logistics* é “o processo para otimizar totalmente as atividades de logística e transporte pelas empresas privadas com suporte de sistema de informação avançado nas áreas urbanas considerando o ambiente, o congestionamento e a segurança de trânsito e a racionalização do uso de combustível dentro de uma estrutura de uma economia de mercado.” [tradução de Liberato (2005)].

O trabalho de Visser, Binsberger e Nemoto (1999) traz alguns exemplos de soluções desenvolvidas e/ou implantadas por meio de PPPs que foram derivadas de ações com foco em *City Logistics*:

#### **d) Alemanha**

A Alemanha possui dois bons exemplos de soluções para distribuição urbana. Um deles, chamado de *Güterverkehrszentrums* (GVZ's ou *Cargo Traffic Centres* ou Centro de Tráfego de Cargas), e o outro, de *City-Logistik*. Estes dois sistemas têm sido importantes para a modernização das entregas urbanas na Alemanha. Enquanto o GVZ objetiva a criação de redes interregionais entre áreas metropolitanas, o *City-Logistik* busca organizar as entregas de mercadorias dentro das áreas urbanas. Uma das empresas do *City-Logistik*, *The Bremen City-Logistics Company*, iniciou suas atividades em 1994. A empresa é formada por uma sociedade entre a entidade que controla o GVZ e outros nove agentes de cargas. Ela utiliza 13 veículos ecológicos que distribuem por volta de 1.500 toneladas de mercadorias todos os meses, fazendo cerca de 4.000 entregas para 5.000 destinatários na cidade de Bremen. Estima-se que esta solução tenha reduzido o tráfego em aproximadamente 100 entregas por dia, devido à consolidação das cargas no terminal (dados de 1996).

#### **e) França**

A França desenvolveu uma série de estudos e experimentos nos últimos anos, porém sem resultados práticos muito significativos. Um destes experimentos foi um projeto piloto desenvolvido em Mônaco, visando a evitar a entrada na cidade de veículos de mais de 8,5 toneladas. Outro projeto foi desenvolvido em Lille-Douai-Arras, porém sem resultados práticos conhecidos. Um terceiro estudo desenvolvido por La Rochelle analisou a viabilidade do uso de

veículos elétricos na distribuição urbana da cidade. As dificuldades de aplicar os estudos mencionados são atribuídas à falta de confiança do setor privado nas parcerias públicas.

#### **f) Holanda**

Na política de transporte nacional da Holanda, a introdução dos centros de distribuição urbana (UDC) ocorreu em 1990. Desde então diversas iniciativas foram implantadas, algumas sem sucesso e outras que demonstram ter um futuro promissor. A primeira destas iniciativas foi um projeto pilotado em Maastricht. Após este, algumas outras tentativas foram feitas até o primeiro caso operacional de uma UDC, em 1993. Em 1996 novos projetos foram implantados, principalmente em Amsterdam e Leiden. O projeto de Amsterdam é considerado o mais promissor deles, porém até 1999 não havia trazido resultados convincentes. No caso de Leiden, o projeto prevê o uso de veículos elétricos para a distribuição urbana.

No sumário do trabalho de Sanches Junior (2008), a seguir, é descrito o resultado de uma pesquisa e análise das diversas alternativas para resolver o problema da distribuição urbana e a comparação destas alternativas com exemplos internacionais.

Como conclusão de seu trabalho, Sanches aponta que o lapso de 20 anos que distancia o Brasil da Europa no que tange a carga urbana pode ser solucionado desde que o poder público reconheça a importância desta atividade para a vitalidade econômica das cidades brasileiras. A pesquisa demonstrou se tratar de um tema emergente e que necessita de soluções quase imediatas. A visão fragmentada do processo logístico urbano pode causar distorções em conceitos, o que faz com que os problemas sejam resolvidos de maneira paliativa causando um grande número de consequências negativas. Resta-nos saber até quando a economia da cidade, que depende da circulação da carga, irá suportar essa crise de mobilidade. A situação atual da carga urbana nas cidades brasileiras está muito distante das exigências estratégicas para a implantação efetiva do conceito de *City Logistics*. As cidades brasileiras se encontram às voltas em resolver as consequências negativas geradas pelas escolhas do passado: a ênfase no transporte individual. A proposta do governo federal ao criar o Ministério das Cidades e a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade (SEMOT) era alinhar os estados e municípios para formulação e implantação da política de mobilidade urbana sustentável, para proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável. Contudo, as

políticas de mobilidade mostram que o foco não é o espaço urbano, o veículo, a carga ou o empresário. Sacramentou-se nas discussões promovidas pelo Ministério das Cidades nas várias metrópoles brasileiras que a ênfase deveria ser o homem e o meio ambiente urbano. Desse preceito nasceu o Projeto de Lei nº 1687/2007, o qual institui a política de mobilidade urbana nacional que enfatiza a priorização do transporte coletivo (anexo D). A preocupação do administrador público municipal com a mobilidade urbana foi confirmada pela pesquisa, e que todas as metrópoles informaram possuir um mínimo de um a 10 funcionários envolvidos nas questões da mobilidade. Já nas cidades com maiores densidades populacionais, o número de funcionários ultrapassa 50 pessoas, destinadas à elaboração de estratégias e à operacionalização de ações ligadas ao trânsito municipal. Entretanto, o número de funcionários não é suficiente para a elaboração do planejamento do transporte de cargas das cidades.

Por todo o exposto nos exemplos e citações acima, alguns pontos ficam bastante evidentes. O primeiro deles é que a preocupação das autoridades com a questão da distribuição urbana e seus efeitos sobre a economia, a qualidade de vida da população e o meio ambiente está bastante em voga e há bastante tempo. Em segundo lugar, diversos países e cidades ao redor do mundo veem a associação da iniciativa privada - com toda a experiência na distribuição e foco na otimização de custos - com o poder público, cujo foco é a qualidade de vida da população, o que traz resultados concretos para os objetivos apresentados neste trabalho. Por fim, a adoção de centros de desconsolidação de carga no entorno dos grandes centros urbanos têm se mostrado uma alternativa viável para atingir os três principais objetivos almejados neste trabalho, ou seja, a redução do tráfego urbano - com a redução do número de veículos envolvidos na distribuição de mercadorias em determinada região, a redução dos custos envolvidos nesta distribuição e, por fim, a potencial redução da poluição gerada pela frota de distribuição urbana por meio do uso de veículos que utilizem combustíveis não fósseis, como no caso citado de Tóquio.

Entretanto, experiências em países como França e Holanda apontam que, se as parcerias público-privadas não forem efetivas, as chances de projetos deste tipo e com este enfoque serem bem sucedidos são bastante reduzidas.

## **3.4 Conceitos Aplicados**

### **3.4.1 Logística Colaborativa**

A logística colaborativa tem sido foco intenso de pesquisa para diversos autores acadêmicos e este tipo de “colaboração” tem demonstrado não apenas sua viabilidade como também sua eficácia. Apesar de sua larga abrangência, desde o compartilhamento de informações sobre a cadeia de abastecimento, passando pelo planejamento de materiais, até o transporte, este último tem sido uma das funções mais exploradas da logística colaborativa, visto a importância deste na composição dos custos de uma empresa.

Dentre vários autores, existe uma tendência de classificar como logística colaborativa a troca de informações sobre a cadeia, principalmente na fase de planejamento de vendas e produção, o que ajuda aos participantes da cadeia a terem uma visão mais clara dos seus movimentos, possibilitando a redução de estoques, riscos e custos envolvidos no processo.

A tese do Prof. Tacla (2003) destaca que ainda não existe literatura suficiente para afirmar que a logística colaborativa é uma quinta fase na evolução histórica da logística. Entretanto, ela já é considerada uma “nova onda”.

Ainda de acordo com o Prof. Tacla, as fases anteriores de evolução da logística criaram uma maior integração entre fornecedores e clientes dentro de uma mesma cadeia de suprimento e estas fases tinham as seguintes características principais:

- posicionamento mais forte de determinado parceiro em relação aos demais;
- integração restrita à troca de informações.

Entretanto, decidiu-se utilizar aqui o termo colaborativo no seu sentido mais amplo, extrapolando o conceito usual e integrando toda a cadeia, seja pela troca de informações ou pelo compartilhamento de recursos físicos, sistêmicos, informáticos ou humanos.

Dentro desta abordagem mais ampla, além do CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*), que por sinal é prática comum na indústria automobilística há vários anos, entra em cena a colaboração da produção, em que concorrentes passam a compartilhar plantas de modo a otimizar a capacidade instalada. Como exemplo disso pode-se citar a indústria farmacêutica, que subcontrata capacidade instalada de produção de vários laboratórios e chega até o compartilhamento dos meios físicos de armazenagem e distribuição.

Exemplos deste avanço da colaboração na cadeia podem vir de diversas fontes, tais como o emprego do *Milk Run* na indústria automotiva, o compartilhamento da armazenagem e da distribuição na indústria farmacêutica nacional e o compartilhamento do transporte para cargas de retorno para a agroindústria (BOTTER; TACLA; HINO, 2005).

Na Inglaterra, uma configuração derivada que pode servir como exemplo deste último ponto foi implantado com sucesso, há cerca de 10 anos, na distribuição de bebidas de diversos produtores diferentes ao longo do país por intermédio de um único provedor, compartilhando os meios de distribuição, independentemente do nível de concorrência entre os participantes da configuração.

O Prof. Tacla (2003) definiu colaboração como “um processo organizado de compartilhamento de informações, planejamento e execução conjunta, que pode ser obtido através parceria, coerção, esquemas de incentivo, etc; enfatizando um novo paradigma de eficiência coletiva, onde todos os integrantes ganham.

A relevância do trabalho do Prof. Tacla para esta dissertação reside principalmente no fato de que sua tese foi provavelmente a primeira que buscou a colaboração na execução conjunta ou, como identificado neste trabalho, na etapa física da logística e, por esse motivo, serviu de inspiração para o trabalho aqui exposto.

Em seu trabalho sobre o papel das ações colaborativas na busca de alternativas eficientes para a distribuição de mercadorias na Região Metropolitana da Grande São Paulo (RMSP), Liberato (2005) formula as seguintes questões:

*“i) até que ponto as medidas públicas impostas pelas autoridades governamentais para realização de distribuição de mercadorias, nas áreas centrais da RMSP, limitam o desenvolvimento daquela atividade?”*

*ii) como a ausência de ações colaborativas, na relação cliente-fornecedor, interfere na eficiência econômica da atividade?”*

O vínculo da configuração de distribuição aqui proposta com a logística colaborativa está no fato de que esta configuração requer o uso dos principais conceitos da logística colaborativa. Assim, de modo a viabilizá-la, deve-se utilizar o compartilhamento de informações de planejamento de demanda com os parceiros da cadeia, o compartilhamento dos sistemas informáticos necessários para operacionalizar e gerir a configuração, principalmente, o compartilhamento dos recursos físicos e humanos deste elo da cadeia. Entretanto, esta configuração adiciona um novo elemento ao elo e à colaboração: a autoridade governamental e a sociedade, que deverão participar da solução para que ela se torne viável.

A diferença mais marcante da solução inglesa para o estudo aqui desenvolvido é que a configuração usada para a distribuição de bebidas não se restringe aos grandes centros, além de não restringir o acesso de outras empresas a esta solução.

### 3.4.1.1 Sete proposições para a colaboração de sucesso

De acordo com a proposta de Manrodt e Fitzgerald (2001), um dos principais problemas da cadeia de abastecimento é a dificuldade das empresas trabalharem e se comunicarem entre elas de forma efetiva.

Estes autores se basearam em duas linhas de pesquisa. A primeira delas foi um estudo publicado em 1999 pelo *Council of Logistics Management (CLM)*, chamado *Keeping Score: Measuring the Business Value of Logistics in the Supply Chain*. A outra pesquisa foi um estudo anual sobre as maiores tendências da logística e transportes nos Estados Unidos.

Com base nestas pesquisas e nas suas experiências pessoais, os autores desenvolveram sete proposições para a colaboração de sucesso, que são:

- (1) conforme as companhias se movem rumo às estratégias colaborativas, profissionais de logística e da cadeia de abastecimento precisam adotar uma visão de processo de suas organizações;
- (2) nem todos os processos são criados de forma igual. A importância de cada processo deve ser baseada na estratégia corporativa da companhia;
- (3) antes da logística colaborativa se tornar efetiva, a coordenação deve ser melhorada;
- (4) a logística colaborativa, atualmente num nível ainda imaturo, está se movendo em direção a comunidades mais evoluídas;
- (5) novas ferramentas permitirão e facilitarão um maior nível de integração coordenação e colaboração;
- (6) a chave para integração, coordenação e colaboração é a visibilidade das atividades-chave da cadeia de abastecimento; e

(7) o futuro está além da colaboração, está na sincronização.

### **3.4.1.2 Melhorando o Desempenho com a Logística Colaborativa**

Para Vieira (2001), a logística tem sido muito focada no seu “*front Office*”, ou seja, nos recursos físicos da logística, principalmente naquelas funções que têm acesso direto aos clientes e que são responsáveis pelos maiores custos da cadeia, como é o caso de transportes. De acordo com o autor, a abordagem clássica da logística não favorece a comunicação das informações entre os diferentes atores da cadeia de abastecimento, pois o processo só é iniciado após a emissão do pedido de venda, ou seja, ele é reativo. A abordagem colaborativa parte do princípio que move a engenharia simultânea, ou seja, todos os atores participam do desenvolvimento do produto ou, neste caso, da ação.

Por esta razão os ganhos estimados com a implantação da logística colaborativa são naturalmente bem mais importantes que na abordagem tradicional da logística. Na abordagem tradicional, os ganhos de custos se limitam praticamente às operações de transportes. Na abordagem colaborativa, com a logística pensada e definida desde o início do projeto, muitos são os ganhos: além de melhor controle do custo de transporte há a eliminação de estoques desnecessários.

Para que seja eficaz, a colaboração supõe extrema confiança entre parceiros, uma vez que eles partilham informações estratégicas de seus planos comerciais. Isto significa que será necessária a redução dos ciclos e a aceleração dos fluxos na cadeia, com fortes repercussões na maneira de trabalhar na parte de provisionamento e na parte de distribuição.

Neste cenário, a logística colaborativa tem a missão de assegurar a partilha do crescente volume de informação entre parceiros e o desafio de facilitar todas as operações de compras e vendas. Isto significa, por exemplo, que os fornecedores deverão, de forma atualizada, receber instantaneamente as necessidades dos clientes em seus sistemas informatizados de gestão de encomendas (tal como funciona o sistema ECR, que provê informação em tempo real diretamente das gôndolas do varejo aos fornecedores).

Para Barratt (2004), alguns autores que pesquisam a colaboração na cadeia de suprimentos já estão percebendo que, na prática, existe uma dificuldade bastante grande em transferir os conceitos da colaboração para a ação. De acordo com ele, os principais problemas encontrados na implantação referem-se às dificuldades de adequar a tecnologia necessária para permitir a colaboração, dificuldade de entendimento sobre como e com quem colaborar e, principalmente, a falta de confiança entre os parceiros comerciais.

Numa proposta para contornar estes problemas e facilitar o entendimento e a implantação da logística colaborativa, Barratt sugere maior segmentação da logística colaborativa, baseada no ambiente do cliente final e das necessidades de serviços. Adicionalmente, propõe maior entendimento dos elementos que compõem a logística colaborativa e, em particular, de como as relevâncias culturais, estratégicas e os elementos da sua implantação se inter-relacionam.

Existem diversas oportunidades ainda pouco exploradas no contexto da colaboração, em toda a cadeia. Certamente, todos os elos da cadeia devem ser trabalhados de modo a maximizar os resultados a serem obtidos.

Entretanto, os elos físicos da cadeia (por exemplo, armazenagem e distribuição) requerem menor interação entre os integrantes da colaboração, o que se traduz em menor nível de exposição de suas questões estratégicas e, conseqüentemente, em menor carecimento de confiança entre os parceiros da colaboração.

Sob este enfoque, há alguns bons exemplos de *quick wins* que podem trazer resultados práticos sem esforços demasiadamente grandes. Indo dos mais fáceis para os mais complexos, podemos citar como exemplos de colaboração, de maneira breve, o armazenamento compartilhado, transportes compartilhados ou consolidados, as soluções de *co-packing*, a terceirização da produção, a transferência de titularidade de estoques (VMI – *vendor managed inventory*), o ECR (*efficient consumer response*), o planejamento compartilhado e o desenho de soluções integradas. Para cada um desses exemplos existem casos de sucesso no País e que podem ser tomados como modelos para outras implantações.

Já para Sahay (2003), como a eficiência dos mercados globais cresce rapidamente, a concorrência não se dá mais apenas entre os negócios individuais, mas sim entre a cadeia de suprimentos

inteira. A colaboração neste novo ambiente competitivo pode facilitar a integração e ajudar o crescimento da cadeia de suprimentos.

Sua tese defende a idéia de que o nível de interação entre fornecedores e clientes e parceiros, em geral, pode variar, dependendo do nível de colaboração, dos processos logísticos e dos setores envolvidos na colaboração. Enquanto o envolvimento de clientes é maior em casos de gestão de demandas e desenvolvimento de produtos, o envolvimento dos fornecedores é maior em processos de gestão de inventários e de transportes.

Por último, mas não menos importante, de acordo com Botter, Tacla e Hino (2005), “Logística Colaborativa” é tida por diversos autores como a fase atual da logística ou a “nova onda” (*Industry Directions, The Next Wave of Supply Chain Advantage*, 2000). Embora muitos autores banalizem as funções físicas da colaboração, tal como o transporte colaborativo, eles mesmos defendem que o Transporte Colaborativo é uma parte, talvez a mais importante, da Logística Colaborativa e é um aspecto importante na evolução do “Gerenciamento da Cadeia de Suprimento”. Estas hipóteses e conclusões, embora ainda pouco formalizadas em literatura, têm sido amplamente colocadas em fóruns importantes como o CLM (*Council of Logistics Management*) e significativamente conferidas na prática, o que atesta fortemente sua razoabilidade. O transporte colaborativo é, com certeza, um dos elos mais importantes da cadeia colaborativa, visto que ele integra embarcadores, fornecedores e clientes, além de tratar uma importante parcela dos custos logísticos envolvidos no processo.

São várias as formas de colaboração, indo desde o compartilhamento na distribuição até o aproveitamento de cargas de retorno, sendo que grande parte da literatura disponível sobre transporte colaborativo aborda o aproveitamento ou compartilhamento do mesmo equipamento para um ciclo fechado de movimentação de cargas (Browning, 2001). Para tanto, torna-se necessário juntar os participantes da mesma cadeia logística ou embarcadores que ofereçam cargas complementares, ou seja, cargas compatíveis com o equipamento de transporte disponível na rota complementar, gerando a carga de retorno.

Entretanto, a pesquisa em questão aborda o transporte colaborativo com um foco ligeiramente diferente deste usual, uma vez que o grande benefício da colaboração não se dá pelo

aproveitamento da viagem de retorno (embora esta seja possível, os ganhos gerados por este tipo de operação não representam um impacto significativo para o estudo). Desta forma, em vez de a colaboração vir por meio do uso do conceito em ciclos fechados, ela vem, na verdade, da consolidação de diversos embarcadores em um mesmo veículo, proporcionado pelo centro de consolidação.

Desta forma, fazendo um paralelo com o conceito mais amplamente utilizado de transporte colaborativo, o que existe neste caso é a conjunção dos vários distribuidores que realizam suas entregas numa determinada região, por meio do compartilhamento do centro de consolidação e dos veículos empregados na distribuição para que permita uma sensível redução na frota utilizada, conseqüentemente reduzindo os custos envolvidos na operação.

Ainda de acordo com Botter, Tacla e Hino (2005), os avanços tecnológicos embarcados nos caminhões vêm melhorando o desempenho operacional destes, fazendo com que aqueles que possuem um pouco mais de condição econômica e discernimento consigam obter custos variáveis mais baixos (*Copyright Technology Futures*, 2000 e WILEY, 1997). Neste caso específico, o uso desta tecnologia embarcada permite aos usuários do modelo manter controles mais precisos sobre a frota e as entregas, conferindo mais transparência ao processo de compartilhamento, aumento da racionalização do uso dos veículos e, novamente, contribuindo para a redução dos custos operacionais.

Embora este trabalho não objetive aplicar única e exclusivamente os conceitos de transporte colaborativo no desenvolvimento da solução aqui proposta, sua concepção é bastante importante para o melhor entendimento e análise do modelo, apoiando e influenciando nos níveis hierárquicos de decisão: estratégico, tático e operacional.

### **3.4.2 Transporte Colaborativo**

O “Transporte Colaborativo” foi instituído como conceito no ano de 2000, surgindo a partir de uma segmentação do “CPFR” (*Collaboration planning, Forecasting, and Replenishment*). O fórum gerador desses comitês é o “VICS” (*Voluntary Inter-Industry Commerce Standards*

*Association*), entidade norte-americana que objetiva criar colaboração entre vendedores e compradores por meio de co-gerenciamento de processos e sistemas de informações.

Como conceito primário e gerador da Gestão do Transporte Colaborativo (CTM), o CPFR tem os seguintes objetivos básicos: melhorar eficiências; aumentar vendas; reduzir custos fixos e capital de giro; reduzir estoques na cadeia de suprimentos; aumentar a satisfação dos clientes. Na busca constante por minimizar estoques na cadeia de valor, com janelas de planejamento mais curtas, o transporte se tornou uma questão crítica no processo. A Gestão do Transporte Colaborativo é um processo independente, porém simultâneo ao CPFR, construída nas mesmas relações entre compradores e vendedores, mas incorporando informações novas e etapas com os transportadores; estende a atuação do CPFR desde a confirmação do pedido e continua na entrega do produto; inclui as transações comerciais com o transportador, como o pagamento deste último. As oportunidades para colaboração entre os compradores, vendedores e transportadores ocorrem em três categorias principais: planejamento estratégico; previsão de demanda, re-suprimento; e execução física.

De acordo com artigo desenvolvido e publicado por Figueiredo e Eiras (2007), a conceituação e a prática do transporte colaborativo surgiram de iniciativas que buscavam novos patamares de eficiência operacional nas cadeias de suprimento. Seu conceito foi apresentado pela primeira vez no ano de 2000, pelo Comitê de Logística do VICS. O Sub-Comitê de Transporte Colaborativo do VICS (*CTM Sub-Committee – Collaborative Transportation Management*) define esta prática como “um processo holístico que une parceiros de uma cadeia de suprimentos e provedores de serviços logísticos no intuito de eliminar as ineficiências do planejamento e da execução do transporte”, sendo seu objetivo “otimizar o desempenho operacional de todas as partes envolvidas na relação”. O transporte colaborativo foi proposto inicialmente para funcionar como uma extensão, ou braço operacional, de uma das práticas atualmente mais influentes do SCM: o CPFR – *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (Planejamento Colaborativo da Demanda). O resultado do CPFR é uma previsão de pedidos de reabastecimento entre dois parceiros. Já o gerenciamento e planejamento do transporte, no entanto, não fazem parte do processo. Isto quer dizer que as atividades que são a extensão natural da geração da ordem, tais como escolha do modal, programação do carregamento, rastreamento e pagamento do frete, não são contempladas no planejamento conjunto das empresas. Assim, o CTM, ou transporte

colaborativo, surgiu para incluir estas atividades, ampliando a colaboração e garantindo que os benefícios do CPFR sejam alcançados de forma adequada. De certa forma, o CTM é visto como o “elo perdido” na execução do *Supply Chain Management*.

Quando o CTM complementa o CPFR, o relacionamento que já existia entre fornecedor e cliente é estendido a um terceiro, o prestador de serviços logísticos (operador logístico ou uma transportadora diretamente), que passa a ser envolvido nas etapas de planejamento da operação. Além disso, a esse relacionamento “ampliado” são incorporadas novas informações e processos. Na prática, o CTM obriga à revisão da relação cliente-fornecedor, para que os prestadores de serviços logísticos sejam incluídos, envolvendo, assim, todos os membros da cadeia. Apesar da sua origem, o CTM pode ser implantado sem um comprometimento anterior ao CPFR, sendo que, neste caso, a previsão de carregamentos poderia vir de uma das partes envolvidas, a partir dos seus processos de S&OP (*Sales and Operations Planning*), por exemplo. De qualquer forma, mesmo sem o CPFR, processos e trocas de informação devem ser estabelecidos, assim como etapas de planejamento conjunto.

Como potenciais benefícios da aplicação do transporte colaborativo, as autoras destacam que há um melhor aproveitamento dos recursos de transporte. Existem exemplos de que a “colaboração” implantada foi somente entre o embarcador e seus transportadores, com melhorias na comunicação e na visibilidade das cargas. Em casos mais abrangentes, o que ocorre é o compartilhamento dos veículos em “fluxos casados” de transporte de carga. Membros de uma mesma cadeia ou embarcadores com cargas complementares se unem para formar ciclos de alta produtividade, combinando cargas de retorno.

Segundo Figueiredo e Eras (2007), numa comparação entre os custos de transporte no Brasil e nos Estados Unidos, demonstra-se que aqui estes representam 7,7% do PIB brasileiro, contra 5% nos Estados Unidos. Ao mesmo tempo, a “fatia” que os custos de transportes detêm nas empresas brasileiras é de 64% do total dos custos logísticos.

A ineficiência da logística brasileira fica mais flagrante ainda quando se comparam as tarifas de frete dos dois países: segundo o “Panorama de Custos Logísticos”, do COPPEAD (2007), as tarifas rodoviárias no Brasil são 70% menores que nos Estados Unidos. Esse fato enaltece a

inadequação da matriz de transportes brasileira, pois, mesmo tendo tarifas muito menores, nosso transporte é relativamente mais caro. Essa é a realidade que os gestores logísticos brasileiros encontram ao buscar gerenciar e reduzir seus custos de transporte.

Segundo dados do Comitê de Logística (2003) do VICS (*Voluntary Inter-Industry Commerce Standards*) – entidade norte-americana fundada para promover a colaboração entre empresas por intermédio da melhoria de processos e dos fluxos de informação –, estima-se que nos Estados Unidos os caminhões rodem vazios de 15% a 20% do seu tempo. Outro dado importante para a produtividade dos veículos são os tempos de espera para carga e descarga: eles somam 33,5 horas em média por semana nos Estados Unidos.

Os dados apresentados acima reforçam a tese de que a colaboração representa um grande potencial de redução de custo nas operações de transportes.

Vale ressaltar que, quando o frete de retorno ocorre sem o envolvimento proativo dos embarcadores, não se deve considerar esta como uma operação “colaborativa”, mas sim como um esforço isolado dos prestadores de serviços de transporte para obter maior eficiência.

O CTM agrega valor ao atacar as ineficiências existentes na maioria dos processos de transporte. Primeiramente, os trechos com veículos vazios são reduzidos, devido a melhor programação, seqüenciamento e roteirização da frota.

### **3.4.3 Poluição**

A poluição é hoje uma das maiores preocupações das autoridades mundiais, principalmente por causa do efeito estufa e suas conseqüências.

Várias medidas têm sido tomadas como forma de eliminar ou amenizar o impacto da ação do homem sobre o meio ambiente em diversas áreas. Dentre estas medidas, podemos citar o tratado de Kyoto, que estabeleceu um marco na luta contra a poluição mundial. Outras medidas, direta ou indiretamente relacionadas ao tratado, têm sido efetivas nesta missão, tais como a geração de energia por meio de processos limpos, a fiscalização pesada nas indústrias para reduzir a emissão

de poluentes, o tratamento dos esgotos das cidades, o incentivo ao uso de materiais recicláveis e à própria reciclagem, esta última que tem atingido índices históricos e, não menos importante, a evolução dos combustíveis utilizados em veículos automotores em detrimento dos combustíveis fósseis e a própria evolução dos motores de combustão, que têm se tornado cada vez mais eficientes.

Um dos fatores mais graves e aparentes é a poluição do ar, que atinge principalmente as grandes cidades em todo o mundo, pois ela traz graves efeitos à qualidade de vida da população, gerando doenças agudas ou crônicas em larga escala e prejudicando fortemente a economia.

#### **3.4.3.1 A influência dos veículos automotores na poluição das grandes cidades**

Diversos estudos promovidos por várias entidades públicas ou privadas sugerem que nas áreas metropolitanas o problema da poluição do ar tem-se constituído uma das mais graves ameaças à qualidade de vida dos habitantes dos grandes centros. Estes mesmos estudos concluem que os veículos automotores são os principais causadores dessa poluição em todo o mundo. As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde.

Essa emissão é composta de gases como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx), material particulado (MP), etc.

O monóxido de carbono (CO) é uma substância inodora, insípida e incolor que atua no sangue reduzindo sua oxigenação.

Os óxidos de nitrogênio (NOx) são uma combinação de nitrogênio e oxigênio e se formam em razão da alta temperatura na câmara de combustão - participam da formação de dióxido de nitrogênio e do "smog" fotoquímico.

Os hidrocarbonetos (HC) são combustíveis não queimados ou parcialmente queimados que são expelidos pelo motor - alguns tipos de hidrocarbonetos reagem na atmosfera promovendo também a formação do "smog" fotoquímico.

A fuligem (partículas sólidas e líquidas) - representada sob a denominação geral de material particulado (MP) devido a seu pequeno tamanho - mantém-se suspensa na atmosfera e pode atingir as defesas do organismo, os alvéolos pulmonares, e ocasionar diversos males, tais como:

- mal estar;
- irritação dos olhos, garganta, pele, etc.;
- dor de cabeça, enjoo;
- bronquite;
- asma;
- câncer de pulmão.

Outro fator a ser considerado quando se analisam os efeitos da poluição sobre a qualidade de vida da população é que essas emissões causam grande incômodo aos pedestres próximos às vias de tráfego. No caso da fuligem (fumaça preta), sua coloração e mau cheiro intensos causam, de imediato, uma atitude de repulsa e podem ainda ocasionar diminuição da segurança e aumento de acidentes de trânsito pela redução da visibilidade.

O Brasil, como todo país em desenvolvimento, apresenta um crescimento significativo de suas regiões metropolitanas. Apenas como referência para a questão, o Estado de São Paulo enfrenta uma situação particularmente preocupante por deter cerca de 40% da frota automotiva do país, concentrada em 3% da área nacional (GOLDMAN, 2007).

Segundo dados da PRODESP, a frota motorizada no Estado de São Paulo, em dezembro de 2004, era de aproximadamente 15,1 milhões de veículos. A frota da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) representava cerca de 7,8 milhões de veículos. A frota de veículos do ciclo Diesel (caminhões, ônibus, microônibus, caminhonetes e vans) no Estado de São Paulo era composta por 1 milhão e 57 mil veículos e na região metropolitana de São Paulo (RMSP), por 452, mil veículos.

#### **3.4.3.2 Monitoramento de Emissões**

Uma etapa fundamental em qualquer discussão ou análise a respeito dos impactos da poluição sobre o meio ambiente e, principalmente, sobre a qualidade de vida nas grandes cidades é o

monitoramento das emissões de poluentes. No que tange ao estudo aqui apresentado, serão focadas as emissões atmosféricas de gases e partículas, que são os principais componentes resultantes do processo de combustão dos motores de veículos de cargas.

De acordo com pesquisa realizada por Kawano (2001), entre os objetivos do monitoramento das emissões destacam-se:

- controle do processo poluidor (ex.: combustão);
- controle dos padrões de emissão;
- controle da eficiência de um equipamento;
- comparação de métodos diferentes de medição;
- cálculo dos fatores de emissão;
- testagem da consequência causada pela mudança de um processo;
- avaliação da formação de poluentes dentro do processo.

Existem muitos equipamentos e técnicas para monitoramento dos tipos de emissões citadas, como, por exemplo, a Escala de Ringelmann. A Escala de Ringelmann (figura 1) é uma escala gráfica para avaliação colorimétrica de densidade de fumaça, constituída de seis padrões com variações uniformes de tonalidade entre o branco e o preto. Esta escala é a mais utilizada para a medição de emissão por veículos automotores.



**Figura 1:** Escala de Ringelmann

Para descobrir se o veículo está emitindo fumaça acima do permitido (figura 2) é feita a comparação da fumaça emitida no momento da medição com padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Por exemplo, o CONAMA 08/90 para áreas Classe II e III define:

“b) Densidade Colorimétrica

Máximo de 20% (vinte por cento), equivalentes à Escala de Ringelmann nº 01, exceto na operação de ramonagem e na partida do equipamento.”



**Figura 2:** Monitoramento emissão de fumaça

### **3.4.3.3 Monitoramento das Imissões ou da Qualidade do Ar**

Entre objetivos do monitoramento das imissões destacam-se:

- calcular a trajetória dos poluentes na atmosfera;
- estudar a formação e degradação de poluentes na atmosfera;
- calcular o fluxo dos componentes;
- determinar a exposição aos poluentes;
- determinar a instalação de alarmes para certos poluentes;
- determinar a deposição de poluentes na flora e fauna;
- gerar relatórios sobre a qualidade do ar;
- estudar o impacto de novas fontes de emissão.

Como exemplos de equipamentos para monitoramento das imissões têm-se o Hi-Vol e as estações de monitoramento. O Hi-Vol ou Amostrador de Alto Volume (figura 3) coleta partículas através de um filtro após longos períodos de coleta.



**Figura 3: Hi-Vol**

As Estações de monitoramento da qualidade do ar (figuras 4, 5) contemplam um conjunto de equipamentos para monitoramento de diferentes poluentes (ex.: material particulado, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, HC, O<sub>3</sub>) assim como sensores para monitoramento de condições atmosféricas (ex.: velocidade do vento, radiação solar).



**Figura 4: Estação fixa para monitoramento da qualidade do ar CIC Lactec Curitiba**



**Figura 5: Unidade Móvel de Monitoramento da Qualidade do Ar – PETROBRAS**

Estes dados associados às características geográficas e climáticas da cidade de São Paulo criam um ambiente bastante crítico sob o aspecto da poluição ambiental.

Por esse motivo, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) desenvolve rotineiramente a fiscalização da emissão excessiva de fumaça preta (partículas de carbono elementar), oriundas dos veículos automotores a óleo diesel. Durante os meses de inverno (maio a setembro), devido à dificuldade de dispersão de poluentes na atmosfera, essa fiscalização é intensificada pela Operação Inverno.

Na fiscalização diária realizada pelos agentes credenciados da CETESB, a constatação da emissão excessiva é realizada com o veículo em circulação na via pública, conforme estabelecido no artigo 32 da lei 997/76, regulamentada pelo Decreto Estadual 8468/76, sem a necessidade de pará-lo para medições adicionais.

Os infratores são multados. O valor da multa funciona como fator para convencer os proprietários de veículos a diesel de que a melhor opção é manter os motores bem regulados, conforme as especificações dos fabricantes.

Além do controle repressivo, a CETESB desenvolve outros trabalhos de caráter preventivo, como, por exemplo: campanhas de educação, orientação e conscientização de frotistas.

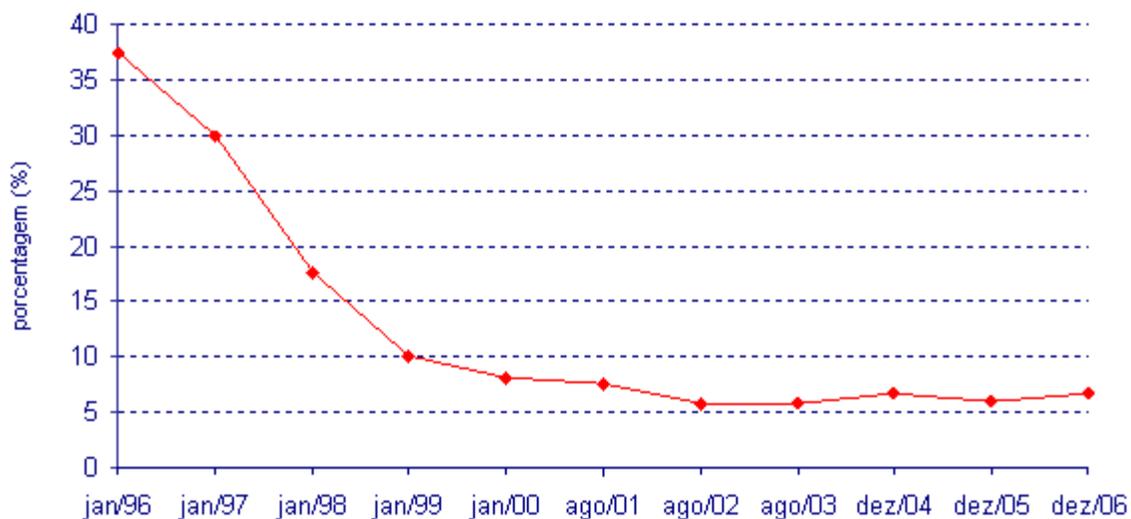
A CETESB, na qualidade de órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo para controle e preservação do Meio Ambiente, desde a década de 70 trabalha pela a melhoria da qualidade ambiental e conseqüente melhoria da qualidade de vida, pois o problema da poluição do ar tem-se constituído uma das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes.

Em razão disto, desenvolve rotineiramente a fiscalização da emissão excessiva de fumaça preta, oriunda dos veículos automotores a óleo diesel. Durante os meses de inverno (maio a setembro), devido à dificuldade de dispersão de poluentes na atmosfera, essa fiscalização é intensificada pela Operação Inverno.

Além do controle repressivo, a CETESB desenvolve outros trabalhos de caráter preventivo, como, por exemplo:

- orientação aos proprietários/operadores de veículos automotores a óleo diesel e/ou aos diversos sindicatos com que se relacionam, alertando-os de que a emissão de poluentes na atmosfera, principalmente nas ocasiões em que as condições meteorológicas são desfavoráveis à dispersão de poluentes, propicia o agravamento da poluição do ar e de suas consequências indesejáveis - como o aumento da incidência de doenças respiratórias, donde é imprescindível que os cuidados com a manutenção do motor e regulagem dos respectivos dispositivos que influenciam a queima do combustível sejam redobrados, para minimizar a emissão de fumaça preta em condição superior aos padrões normativos;
- a busca da capacitação técnica e desenvolvimento de rotinas de gestão ambiental e autofiscalização, envolvendo o segmento de transporte de passageiros e cargas que, por meio de Protocolos de Intenções (procedimento acordado de controle preventivo das diversas formas de poluição veicular), visam à implantação de Programa de Gestão Ambiental e Autofiscalização, para o que a CETESB fornecerá todos os subsídios necessários no sentido de orientar, dar treinamento, apoiar as ações adotadas pelas empresas, de modo a atender ao seu objetivo, e auditará o processo de autofiscalização; por outro lado, as empresas farão o diagnóstico técnico de suas frotas de veículos, procedendo aos reparos necessários e realizando a autofiscalização do índice de fumaça como parte do plano de manutenção preventiva, para assegurar a redução da emissão de poluentes, conforme a legislação vigente.

De todo esse esforço, obtivemos significativa melhora na frota diesel em circulação, com o índice de veículos desregulados caindo da ordem de 45% (1995) para 6,7% (2º semestre/2006) - figura 6, significando que 93,3% dos veículos diesel em circulação (a maioria) têm sua manutenção adequada e apresentam emissão de fumaça inferior ao padrão n.º 2 da escala Ringelmann, o que corresponde a uma emissão praticamente invisível com uma pequena massa de partículas que, conseqüentemente, causa menor impacto ao meio ambiente.

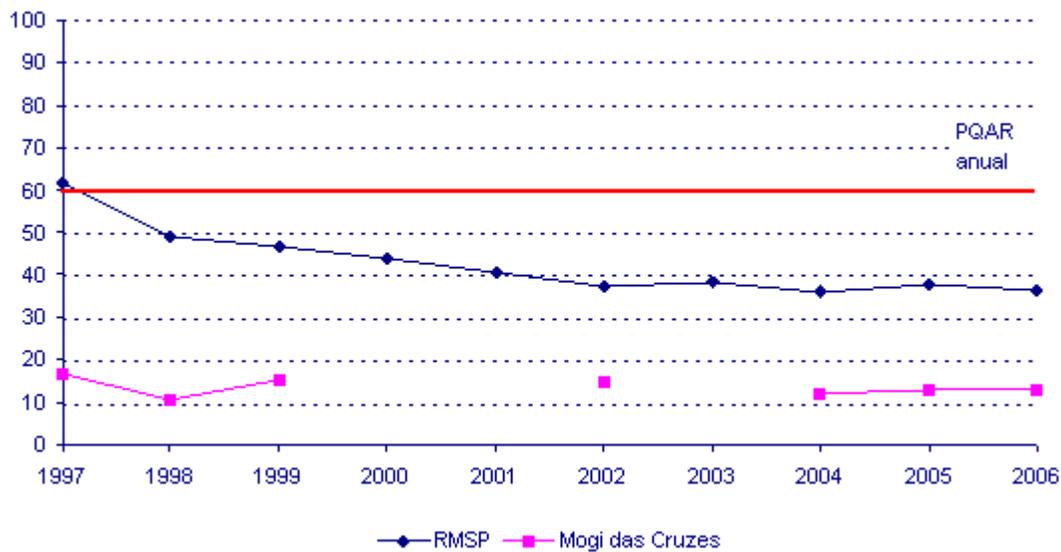


**Figura 6:** Índice de desconformidade da frota circulante - veículos diesel

É importante observar a eficácia da Ação desenvolvida pela CETESB por meio da análise de uma série histórica de dados da Qualidade do Ar, que está diretamente ligada à melhoria da qualidade de vida da população.

A figura 7 mostra a evolução das concentrações médias anuais de fumaça, obtidas a partir dos valores de seis estações comuns em todo o período. Nesta figura nota-se uma redução significativa das concentrações médias nos últimos anos. A média anual obtida em 2006 para o município de São Paulo (abaixo de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi a mais baixa observada nos 28 anos de amostragem. Tal fato é justificado pela intensificação da Operação Inverno, a melhoria dos combustíveis e a renovação da frota.

A análise das concentrações no município de Mogi das Cruzes foi colocada separadamente porque nesta estação elas são significativamente mais baixas que nas demais.



**Figura 7:** Fumaça - Evolução das concentrações na RMSP

Em termos nacionais, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é uma área prioritária para o controle da poluição atmosférica, já que apresenta uma forte degradação da qualidade do ar, condição comum à maior parte dos grandes centros urbanos. Por outro lado, também em termos nacionais, a RMSP é a região com melhor monitoramento da poluição atmosférica, monitoramento este que é efetuado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Segundo o Relatório da CETESB (1999), os poluentes presentes na atmosfera da RMSP estão principalmente relacionados à grande emissão proveniente dos veículos automotores leves e pesados, e secundariamente pelas emissões originadas em processos industriais (AZUAGA, 2000).

A tabela 1, mostra que os veículos movidos a diesel, mais utilizados na distribuição urbana no Brasil, são responsáveis por um alto índice de emissão de poluentes.

**Tabela 1:** Relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 1998.

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)				
		CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PI <sup>2</sup>
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL (gasolina + 22% álcool)	50	22	13	17	8
	ÁLCOOL	13	6	4	--	--
	DIESEL <sup>1</sup>	23	15	78	48	32
	TÁXI	3	1	1	1	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	9	5	--	1	--
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL	--	27	--	--	--
	ÁLCOOL	--	5	--	--	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	--	3	--	--	--
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL	--	12	--	--	--
	ÁLCOOL	--	1	--	--	--
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1990)		2	3	4	33	10
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		--	--	--	--	25
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS		--	--	--	--	25
TOTAL		100	100	100	100	100

**Notas:**

- (1) Apenas veículos pesados.
- (2) Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. A contribuição de veículos automotores (40%) foi rateada entre veículos a gasolina e a diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis.

**Fonte:** CETESB, 1999.

Os gases poluentes lançados na atmosfera, bem como os demais resíduos produzidos pelos motores de combustão interna, podem ser agrupados, segundo a legislação ambiental na maior parte do mundo, em emissões regulamentadas e não regulamentadas. As primeiras correspondem às emissões sobre as quais já se estabeleceram padrões de vigilância, aferição e limites, enquanto que as segundas são aquelas substâncias que, por serem comuns na natureza e por exercerem uma ação comprovadamente nociva ao meio ambiente, são fiscalizadas sob o prisma da quantidade e proporção de lançamento na atmosfera, sem que haja limite especificado em lei, como, por exemplo, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e os óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) – (AZUAGA, 2000).

A maioria dos impactos ambientais e à saúde humana do setor de transportes deve-se à contribuição das emissões veiculares à poluição atmosférica e, desse modo, tem sido assunto de

pesquisas extensivas, tanto na ciência ambiental como na área de saúde humana. De acordo com a pesquisa desenvolvida pela autora citada, reproduz-se a seguir uma tabela-resumo dos impactos financeiros da emissão de poluentes por veículos automotores leves em centros urbanos no Brasil.

**Tabela 2:** Custos de dano ambiental e à saúde para cenários distintos

<b>CENÁRIOS:</b>	<b>Cenário de Referência</b>	<b>2º Cenário</b>	<b>3º Cenário</b>	<b>4º Cenário</b>
<b>IDA TOTAL</b> (centavos de US\$1999/km) (Inferior – Superior)	0,91 – 7,20	0,38 – 2,97	0,63 – 5,08	0,39 – 3,09
<b>Quilometragem média anual</b> (km/ano) <sup>(a)</sup>	15.000	15.000	15.000	15.000
<b>Frota de Veículos Leves</b> (nacionais e importados)	15.032.083 (b)	15.032.083 (b)	36.201.439 (c)	36.201.439 (c)
<b>CUSTOS DE DANOS AMBIENTAIS E À SAÚDE</b> (bilhões de US\$1999/ano) (Inferior – Superior)	2,05 – 16,23	0,86 – 6,70	3,42 – 27,59	2,12 – 16,78

**Notas:**

- 1º Cenário (Cenário de Referência): Frota de 1998.
- 2º Cenário (Cenário Ilustrativo): Frota de 1998 de maior eficiência energética e de menores fatores de emissão.
- 3º Cenário: Hipótese de Tendências Prováveis para a Frota de 2020.
- 4º Cenário: Hipótese Otimista para a Frota de 2020.
- (a) A diferença entre a quilometragem média obtida nas Planilhas IV.10 (1º cenário) e VI.3 (2º cenário) no valor de 14.500 km/ano e na Planilha VI.7 (3º e 4º cenários) no valor de 14.000 km/ano deve-se à não linearidade da função de MURGEL (1990). Portanto, assumiu-se aqui a mesma quilometragem média para os quatro cenários de aproximadamente 15.000 km/ano.
- (b) Frota de veículos leves, nacionais e importados, movidos a gasolina, álcool e diesel (Planilha IV.9).
- (c) Frota de veículos leves, nacionais e importados, movidos a gasolina, álcool e diesel (Planilha VI.6).

**Fonte:** Azuaga (2000)

Como interpretação da Tabela 2 observa-se que a frota de 1998 apresenta um custo de dano entre 2 a 16 bilhões de dólares (1999) por ano com saúde, manutenção de prédios, agricultura, entre outros, conforme visto no Capítulo V. Caso a tendência atual se mantenha, em 2020 esses custos irão aumentar para entre 3,5 a 28 bilhões de dólares (aumento de aproximadamente 75%) devido ao incremento da motorização, mesmo que o IDA da hipótese da tendência (3º cenário) seja menor do que o IDA da frota atual (1º cenário).

Com relação ao quarto cenário, observa-se a manutenção dos custos de aproximadamente 2 a 17 bilhões de dólares, mesmo após o aumento da motorização. Dessa forma, a diferença entre os 3º e 4º cenários de 2020 está na ordem de 40%; isto é, na hipótese otimista (4º cenário), haveria uma economia monetária de 40% em relação à hipótese de tendências prováveis (3º cenário). Portanto, a análise mais importante é que se as mudanças tecnológicas propostas por DeCICCO e ROSS (1993), elevando a economia de combustível em 91%, fossem colocadas em prática ao longo desses 20 anos de análise, em 2020 seria possível obter uma economia dos custos de dano da ordem de 40%, ou de 1,3 a 11 bilhões de dólares (1999) ao ano.

Pelo exposto, percebem-se os grandes impactos causados pela emissão de poluentes por veículos automotores e os custos associados a estes impactos. Isto reforça a necessidade de buscar alternativas que reduzam estes efeitos negativos, principalmente nas regiões urbanas, onde a distribuição tem uma forte influência.

#### **4 Problema a ser resolvido**

De acordo com recentes pesquisas referentes ao meio ambiente, o aquecimento global é um fato, embora seu real impacto ainda não seja completamente compreendido. Muitas iniciativas ao redor do mundo têm sido tomadas numa tentativa de reduzir a poluição gerada por veículos. Uma das várias alternativas adotadas para reduzir a poluição em grandes centros urbanos é a restrição do acesso de veículos às regiões centrais destas cidades, forçando as pessoas a utilizar transportes coletivos (tais como trem ou metrô). Entretanto, conforme o que foi exposto, muitas vezes não estão sendo considerados outros aspectos que podem trazer benefícios diretos para este objetivo e, adicionalmente, ajudar o setor farmacêutico a reduzir seus custos operacionais.

O cerne da questão a ser respondida é como conciliar a logística de medicamentos, atender aos requerimentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e reduzir o fluxo de veículos nos centros destas grandes cidades.

A proposta a ser apresentada para responder a esta pergunta é a criação de dois cenários distintos, considerando o fluxo real de material desde a indústria até as farmácias pelas duas configurações de distribuição, a atual e a proposta. A simulação destes cenários deverá nos mostrar os benefícios para redução de custos, tráfego e, conseqüentemente, da poluição. O critério para analisar esta simulação deverá ser uma taxa que leve em consideração as seguintes variáveis:

- valor total dos produtos a serem carregados;
- volume e peso a serem carregados;
- frequência de entregas por mês e por CEP.

A combinação destas variáveis determinará o número de viagens necessárias para entregar todo o material considerado na análise e, conseqüentemente, o número de veículos usados para completar as entregas, mantendo-se o mesmo nível de serviço atual.

Todos os dados aplicados às configurações foram extraídos de uma operação farmacêutica sediada no município de Barueri, São Paulo. Esta operação provê serviços para cerca de 30 indústrias farmacêuticas que, somadas, movimentam cerca de 20% das vendas de medicamentos do País. Para a definição das premissas, partiu-se de um estudo realizado por consultoria especializada por encomenda deste provedor. Este estudo definiu o atual nível de serviço médio de cada uma das farmácias localizadas nos grandes centros urbanos. Para a execução deste estudo, a citada consultoria realizou clínicas com uma amostragem com cerca de 100 farmácias da região metropolitana de São Paulo, em que foram pesquisados os níveis de serviço, as características e as frequências diárias de entregas de medicamentos em cada um dos participantes nas clínicas. Com base nestes dados coletados foram gerados os valores médios de nível de serviço e frequência de entrega.

Para a determinação dos volumes, pesos e valores médios transportados para cada farmácia, foram utilizados dados de faturamento diário desta base de 30 clientes, classificados por código de endereçamento postal e CNPJ (cadastro nacional de pessoa jurídica). A partir desta base, calculou-se a média geral de volume transportado diariamente para as entregas urbanas na Grande São Paulo destinado às farmácias.

Um dos pontos cruciais para que a estratégia ou configuração de distribuição aqui descrita seja viável, é a questão da visibilidade do fluxo de mercadorias a ser entregue na região metropolitana de São Paulo. Para que esta configuração funcione, as empresas envolvidas na operacionalização desta configuração precisam estar interligadas e trocar informações em tempo hábil, a fim de permitir o planejamento dos recursos humanos e materiais necessários para a execução da distribuição.

Esta tarefa viria a ser um problema ou, no mínimo, um grande desafio a ser vencido, face à dificuldade de integrar sistemicamente diversas empresas fornecedoras de mercadorias, transportadores e clientes finais. Entretanto, por este estudo tratar especificamente da distribuição urbana de medicamentos, esta barreira foi vencida pela publicação da Lei 11.903, de 13 de Janeiro de 2009 e, posteriormente, pela regulamentação RDC 059/2009, da ANVISA. A citada lei e sua posterior regulamentação tratam da troca de informação entre os diferentes atores na cadeia produtiva e de abastecimento da indústria farmacêutica. O objetivo desta lei é garantir a completa

rastreabilidade dos medicamentos e seus componentes, desde a fabricação até a venda ao consumidor final.

Estruturada em fases, esta regulamentação estabelece metas e datas a serem atingidas por tais atores, de forma a integrar, dentro de alguns anos, todos eles a uma mesma base de dados, que será alimentada por cada ator durante a cadeia de produção e abastecimento. Para exemplificar, sempre que a indústria farmacêutica produzir um determinado lote de medicamento, ela deverá reportar eletrônica e automaticamente cada número de série atribuído a cada caixa (menor unidade de venda do medicamento ao público) ao órgão regulador. No momento da transferência de posse deste medicamento para um operador logístico, por exemplo, a indústria deverá fazer novo reporte, vinculando os números de série embarcados no veículo de transporte às respectivas Notas Fiscais. No momento do recebimento da mercadoria no operador logístico, o operador deverá proceder com a leitura eletrônica dos números de série contidos no carregamento e reportá-los ao agente regulador. Neste momento, os registros da ANVISA apontarão que a posse daqueles números de série está com o operador logístico.

Quando a indústria fizer a venda de um determinado produto que esteja em posse do operador logístico, esta deverá enviar àquele o arquivo eletrônico contendo as informações da venda, como produto, preço, lote e destinatário, entre outras informações fiscais e comerciais. O operador logístico irá utilizar estas informações para proceder com a separação dos pedidos, momento em que ele atribuirá um determinado produto (e, por consequência, seu número de série) a cada Nota Fiscal de venda. Com base nestas informações, o operador logístico transmitirá nova informação ao agente regulador, contendo o número de série do medicamento a ser embarcado, a Nota Fiscal de Venda e o destinatário da mercadoria. Ao receber a mercadoria, o destinatário procederá com a conferência e leitura dos números de série, informação que será novamente passada à ANVISA, eletronicamente.

Este tipo de arquitetura de troca de informações já está em uso em alguns países do mundo, como na Turquia e Alemanha, e em fase de implantação em vários outros, caso do Brasil.

Para o propósito do estudo aqui apresentado, a rastreabilidade servirá como uma poderosa ferramenta de visibilidade e planejamento, permitindo ao parceiro operador da entrega urbana

saber exatamente o que deverá ser entregue, quando e onde. Desta forma, conforme mencionado anteriormente, o desafio de interligar as informações provenientes dos diversos atores nesta estratégia de distribuição será vencido utilizando a plataforma a ser implantada como forma de atendimento à lei e à regulamentação recém-estabelecidas.

## 5 METODOLOGIA

A metodologia escolhida para o desenvolvimento deste problema é a modelagem de cada um dos cenários utilizando a pesquisa operacional como ferramenta de auxílio. Os resultados serão extraídos por meio da simulação dos cenários em suas respectivas configurações. Espera-se, pela simulação dos dois cenários distintos e a posterior comparação, identificar os benefícios da configuração proposta.

Um estudo desta natureza é influenciado por uma série grande de variáveis, tais como o peso e volume dos produtos transportados, a faixa de temperatura de cada um destes produtos, que podem requerer um tratamento específico e diferenciado no transporte e manuseio, as regras de gerenciamento de risco, que podem limitar o valor a ser embarcado em determinado veículo, restringindo a capacidade de consolidação do operador, entre outras variáveis importantes para a análise e simulação das configurações.

Entretanto, considerando que estas variáveis já influenciam a operação na configuração atual, optou-se pela fixação destas variáveis de forma a simplificar o modelo e reduzir o número de variáveis a serem analisadas. Nesta simplificação foram preservadas as três variáveis que nos indicarão a efetividade ou não da nova configuração. Estas variáveis representarão os custos envolvidos nas duas configurações, a geração de poluição e o número de veículos utilizado na distribuição.

De forma a possibilitar a execução deste trabalho, algumas premissas foram definidas para simplificar o desenvolvimento do conceito e também o entendimento da solução, da maneira mais simples possível. Estas premissas são baseadas em dados reais coletados em uma operação de logística farmacêutica localizada na região metropolitana de São Paulo. Tais dados, em função de sua confidencialidade, foram utilizados para gerar os valores médios apresentados nas tabelas que se seguem. As premissas são mostradas na tabela 3:

**Tabela 3:** Detalhamento das premissas gerais

Item	Descrição	Valor	Unid.	Observação
1	Valor médio de nota fiscal	2.000	R\$	Valor de cada nota fiscal para cada ponto de entrega
2	Peso médio de nota fiscal	50	Kg	Peso de cada nota fiscal para cada ponto de entrega
3	Número de pontos de entrega	1.000	por dia	Número de pontos de entrega considerados no estudo
4	Número de entregas por ponto por dia	2	por dia	Número de entregas em cada ponto em um único dia
5	Tempo de descarga por ponto de entrega	10	minutos	Tempo gasto para descarga em cada ponto de entrega
6	Distância média entre pontos de entrega	1	Km	Distância média entre pontos de entrega
7	Número de fornecedores por ponto de entrega	4	Distribuidores	Cada farmácia compra de mais de um fornecedor
8	Composição do custo variável da van	30%	Custo	Parcela do custo de frete relacionado à distância percorrida
9	Dias úteis	22	Dias	Número de dias de entregas em um mês

## 5.1 Cenários

As duas variáveis usadas neste estudo para evidenciar os benefícios da nova configuração proposta são o custo operacional total e a emissão total de poluentes gerados pelos veículos envolvidos na operação (esta emissão será função do tamanho, tipo de combustível e número de veículos). Uma simplificação importante para interpretação da solução do problema é levar em consideração o número de veículos utilizados na operação independentemente do tipo de combustível, uma vez que o tipo de combustível não está necessariamente relacionado com a configuração de distribuição, já que veículos com combustíveis ecologicamente corretos podem ser usados em ambas as situações e, neste caso, a diferença vai ser o número de veículos usados.

Para facilitar o entendimento deste estudo, ele foi dividido em dois diferentes cenários, o atual e o proposto. Todos os dados utilizados nestas duas aplicações foram tomados em uma operação de logística farmacêutica localizada na cidade de Barueri, São Paulo, e podem ser considerados representativos da realidade do mercado de distribuição farmacêutico para a Grande São Paulo, dado o número de indústrias farmacêuticas que utilizam o provedor, sua parcela de participação nas vendas de medicamentos do mercado e, principalmente, o número de pontos de entregas atendidos diariamente a partir desta operação. Por razões de confidencialidade e propriedade de dados e informações, todos os valores utilizados neste estudo são valores médios, obtidos dos citados dados reais, e estão expressos nas tabelas apresentadas nos tópicos a seguir. De modo a facilitar o desenvolvimento dos cálculos, foi empregada a ferramenta Microsoft Office Excel, da Microsoft.

### 5.1.1. Cenário Atual

O cenário atual tenta capturar a situação real, em que cada farmácia pode colocar pedidos de compras em vários distribuidores distintos e cada distribuidor faz, em média, duas entregas por dia em cada farmácia. A principal característica deste cenário é considerar o uso de vans (com capacidade de até 1.500kg de carga) para coletar os pedidos diretamente no distribuidor e entregar em cada ponto de venda. Cada van pode fazer até 23 entregas em um único dia, considerando-se o tempo para atingir o primeiro ponto de venda (estimado distante 60 km desde o distribuidor e viajando a uma velocidade de 60 km/h), e são levados em conta o tempo gasto em cada entrega (estimado em 10 minutos) e, finalmente, o tempo gasto no deslocamento de um ponto de entrega para o próximo (estimado distante 1 km e viajando a uma velocidade de 6 km/h).

Como forma de facilitar a visualização do cenário atual, a figura 8 demonstra os pontos de origem, aqui chamados de **Distribuidor**, e os pontos de destino, aqui chamados de **Farmácia**.

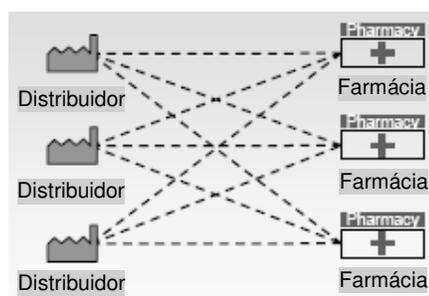


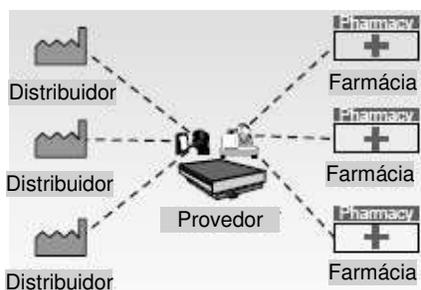
Figura 8: Representação da configuração atual

### 5.1.2. Cenário Proposto

O cenário proposto cria uma situação hipotética em que o centro de consolidação será estabelecido o mais próximo possível do centro da cidade, porém ainda fora da área de acesso restrito. Este centro de consolidação será operado por um terceiro, não um dos distribuidores, e deverá prover serviços para todos os distribuidores. Desta forma, as coletas não mais serão feitas diretamente nos distribuidores, mas sim por meio do centro de distribuição. Por outro lado, o

distribuidor não mais fará a entrega diretamente de seu depósito para o cliente final. Com isso, ele poderá utilizar veículos maiores para fazer a transferência de produtos desde seu depósito até o centro de consolidação. A partir do centro de consolidação até a entrega final, a frota e o pessoal envolvido na operação pertencerão ao provedor encarregado desta operação. Os tempos e distâncias envolvidos neste cenário serão exatamente os mesmos do cenário anterior. A única exceção é a mudança do centro de distribuição para o centro de consolidação, o qual será feito por caminhões (diferentemente do cenário atual, em que a operação a partir do distribuidor é feita por vans).

A figura 9, demonstra os pontos de origem, aqui chamados de **Distribuidor**, o ponto de consolidação, aqui chamado de **Provedor**, e os pontos de destino, aqui chamados de **Farmácia**.



**Figura 9:** Representação da configuração proposta

## 5.2 Modelagem

Para a modelagem de cada um dos cenários, recorreu-se à pesquisa operacional como ferramenta. O objetivo de cada uma das configurações propostas é otimizar os recursos envolvidos nos dois cenários, minimizando os custos operacionais e permitindo a comparação entre configurações, partindo de uma mesma base.

### 5.2.1. Modelagem do cenário atual

Para facilitar o desenvolvimento da configuração, utilizamos a figura 10 onde a função do distribuidor é chamada de **Origem** e identificada pela sigla **O**. O número de distribuidores é definido pelo índice  $i$ , variando de **1** até **m**.

Na mesma figura, chamamos os pontos de destino (farmácias) de **Demanda**, identificada pela sigla **D**. O número de farmácias é definido pelo índice  $j$ , variando de **1** até **n**.

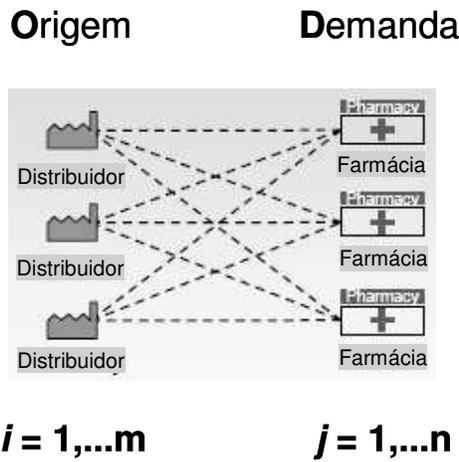


Figura 10: Desenvolvimento da configuração atual

Para garantir o nível de serviço atualmente praticado é imprescindível que todo material embarcado na origem chegue ao destino no mesmo dia. A representação matemática desta regra é dada pela equação a seguir:

$$\sum_{i=1}^m o_i = \sum_{j=1}^n d_j .$$

Partindo do que foi exposto nos capítulos anteriores, a equação a ser otimizada é a resultante dos componentes de custo da conta frete (que neste caso é a única componente de custo da configuração). Assim sendo, tendo  $z$  como a função de custo e  $c$  e  $x$ , respectivamente, o custo do frete por quilo e o peso transportado, o objetivo da configuração é minimizar a equação a seguir:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \times x_{ij} ,$$

sujeito a  $\sum_{j=1}^n x_{ij} = o_i , i = 1, 2, \dots, m$

e  $\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j , j = 1, 2, \dots, n$ , com  $x_{ij} \geq 0$

### 5.2.3 Modelagem do cenário proposto

Da mesma forma, na figura 11, a função do distribuidor é chamada de **Origem** e identificada pela sigla **O**. O número de distribuidores é definido pelo índice **i**, variando de **1** até **m**.

Chamamos os pontos de destino (farmácias) de **Demanda**, identificada pela sigla **D**. O número de farmácias é definido pelo índice **j**, variando de **1** até **n**.

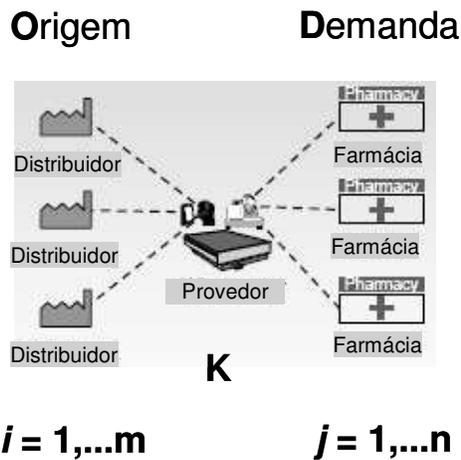


Figura 11: Desenvolvimento da configuração proposta

Para assegurar o cumprimento das premissas definidas e, principalmente, o nível de serviço contratado, vale ressaltar que o ponto **K** é apenas um *cross docking*, não sendo permitida a estocagem de materiais. Desta forma, todo material embarcado em **O** passará por **K** e será entregue em **D** no mesmo dia. Matematicamente, temos:

$$\sum_{i=1}^m o_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

A equação a ser otimizada é a resultante dos componentes de custo da configuração, que neste caso é mais complexo do que a atual, visto que foi adicionado um novo componente na malha. Desta forma, a função custo  $z$  será composta por três componentes, a saber: a primeira etapa do transporte, levando os materiais da origem **O** até o centro de consolidação **K**; o custo operacional total do centro de consolidação; e, finalmente, a etapa final do transporte, encarregada de levar os materiais do centro de consolidação **K** até o destino **D**.

Analisando cada variável envolvida em cada componente de custo apresentado, temos:

Componente 1: transporte de **O** a **K** - sendo  $c$  e  $x$ , respectivamente, o custo do frete por quilo e o peso transportado.

Componente 2: operação do centro de consolidação **K** – sendo  $f$  o custo fixo de operação do centro de distribuição e  $v$  o binário que ativa ou desativa o centro de consolidação.

Componente 3: transporte de **K** a **D** – sendo  $w$  e  $y$ , respectivamente, o custo do frete por quilo e o peso transportado.

Finalmente, tendo definidos todos os componentes da função custo da configuração, tem-se como objetivo a minimização de  $z$ , que será dada pela fórmula:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^s c_{ik} \times x_{ik} + \sum_{k=1}^s \sum_{j=1}^n w_{kj} \times y_{kj} + \sum_{k=1}^s f_k \times v_k$$

sujeito a  $\sum_{i=1}^s x_{ik} \leq a_k \times v_k, k = 1, 2, \dots, s,$

$$\sum_{k=1}^s y_{ij} = d_i, j = 1, 2, \dots, n,$$

$$\text{e } \sum_{i=1}^m x_{ik} = \sum_{j=1}^n y_{kj}, k = 1, 2, \dots, s.$$

com  $X_{ik} \geq 0, Y_{kj} \geq 0$  e  $V_k \in \{0,1\}$

em que, novamente:

$f_k$  = custo fixo do Centro de Consolidação

$v_k$  = binário, 1 para ativar CC e 0 para desativar

$a_k$  = capacidade de vazão do CC

$x_{ik}$  = peso em quilos que percorre o arco i-k

$y_{kj}$  = custo por quilo para o arco k-j

$c_{is}$  = custo por quilo para o arco i-s

$w_{kj}$  = peso em quilos que percorre o arco k-j

### 5.3. Aplicação das configurações

Para proceder às análises propostas neste estudo, as seguintes fórmulas foram utilizadas para cada cenário:

#### 5.3.1. Cenário atual

Para definir o cenário atual foram estabelecidas algumas premissas baseadas na operação real. Tais premissas são apresentadas na tabela 4. Outras variáveis serão calculadas baseando-se nestas premissas, conforme apresentado na seção 5.3.1.1.

**Tabela 4:** Premissas do cenário proposto

Premissa	Variável	Valor
Número de entregas por veículo	Pos	A ser definido
Número de distribuidores	Wh	4
Total de entregas por dia	Dday	2.000
Distância entre DC e POS	Ddc	60 km
Distância média entre cada POS	Dpos	1 km
Veloc. Desloc. do DC para POS	Sdc	60 km/h
Veloc. Desloc. entre cada POS	Spos	6 km/h
Custo da <i>van</i> por diária	VanC	R\$300,00
Parcela fixa no custo da <i>van</i>	Fixo	70%
Eficiência no uso da <i>van</i>	Eff	70%
Horas trabalhadas por dia	H	8 horas
Horas úteis da <i>van</i> por dia	h	A ser definido

#### 5.3.1.1. Número de veículos utilizados

Primeiramente, é necessário calcular a disponibilidade de cada veículo em uma jornada de 8 horas por dia e uma eficiência de 70% para fazer entregas (assumindo que 30% da disponibilidade do veículo são gastos na operação de carregamento).

$$h = H \times Eff = 8 \times 70\% = 4,8 \text{hours} = 4,8 \times 60 = 288 \text{min} \quad (1)$$

Alternativamente, a disponibilidade é também a soma do tempo gasto para atingir o primeiro ponto de venda e o tempo gasto entre os pontos de venda.

$$h = Tdc + Tdel \quad (2)$$

Então, usando as premissas estabelecidas é possível calcular o tempo gasto do distribuidor até o

primeiro ponto de vendas (TDC):

$$Tdc = \left( \frac{Ddc}{Sdc} \right) \times 60 \text{min} = \left( \frac{60}{60} \right) \times 60 = 60 \text{min} \quad (3)$$

O tempo gasto para fazer as entregas é função do número de pontos de vendas a serem cobertos:

$$Tdel = \left( \frac{Dpos \times Pos}{Spos} \right) \times 60 \text{min} = \left( \frac{1 \times Pos}{6} \right) \times 60 = 10 \times Pos \quad (4)$$

Usando (4) em (2), o número de pontos de vendas cobertos por cada veículo deverá ser:

$$Pos = \frac{h - Tdc}{10} = \frac{288 - 60}{10} = \sim 23$$

Considerando o número de entregas por dia por distribuidor, é possível calcular o número de veículos envolvidos na operação:

$$NumberVehicles = \left( \frac{Dday \times Wh}{Pos} \right) \quad (5)$$

$$Numberofvehicles = \left( \frac{4 \times 2000}{23} \right) = 348 \text{vehicles}$$

### 5.3.1.2. *Custo mensal total*

O custo mensal desta operação é função do número de veículos envolvidos, conforme demonstrado a seguir:

$$\text{Monthly cost} = (\text{VanC} \times \text{workdays} \times \text{numberofvehicles}) \quad (6)$$

$$\text{Monthly cost} = (300 \times 22 \times 348) = R\$2.296.800$$

### 5.3.1.3. **Cenário proposto**

As premissas apresentadas na tabela 5 foram definidas para o cenário proposto. Outras variáveis serão calculadas baseadas nestas premissas, conforme apresentado na seção 5.3.2.1.

**Tabela 5:** Premissas do cenário proposto

Premissa	Variável	Valor
Número de entregas por veículo	Pos	A ser definido
Número de distribuidores	Wh	4
Total de entregas por dia	Dday	2.000
Custo da <i>van</i> corrigido	Van	A ser definido
Distância entre DC e POS	Ddc	60 km
Distância media entre cada POS	Dpos	1 km
Veloc. Desloc. do DC para POS	Sdc	60 km/h
Veloc. Desloc. entre cada POS	Spos	6 km/h
Custo da <i>van</i> por diária	VanC	R\$300,00
Parcela fixa no custo da <i>van</i>	Fixo	70%
Eficiência no uso da <i>van</i>	Eff	70%
Horas trabalhadas por dia	H	8 horas
Horas úteis da <i>van</i> por dia	h	A ser definido

#### 5.3.1.4. Número de veículos envolvidos

Usando as fórmulas (1), (2), (3), (4) e (5), definidas na seção 5.3.1.1, é possível calcular o número de veículos necessários para operar neste cenário.

$$h = H \times Eff = 8 \times 70\% = 4,8 \text{hours} = 4,8 \times 60 = 288 \text{min e}$$

$$h = Tdc + Tdel$$

$$Tdc = \left( \frac{Ddc}{Sdc} \right) \times 60 \text{min} = 0 \text{min}$$

$$Tdel = \left( \frac{Dpos \times Pos}{Spos} \right) \times 60 \text{min} = \left( \frac{1 \times Pos}{6} \right) \times 60 = 10 \times Pos$$

$$Pos = \frac{h - Tdc}{10} = \frac{288 - 0}{10} = \sim 29$$

$$NumberVehicles = \left( \frac{Dday \times Wh}{Pos} \right)$$

$$Numberofvehicles = \left( \frac{4 \times 2000}{29} \right) = 276 \text{vehicles}$$

Adicionalmente, é necessário estimar o novo custo de entregas levando em consideração a redução das rotas para atingir o primeiro ponto de venda, de acordo com a fórmula:

$$Van = ((VanC - (VanC \times (1 - Fix)) \times Dcurrent) + (VanC \times (1 - Fix) \times Dproposed)) \quad (7)$$

$$Dcurrent = (Ddc + (Dpos \times Pos)) = (60 + (1 \times 23)) = 83 \text{km} \quad (8)$$

$$D_{proposed} = (D_{dc} + (D_{pos} \times Pos)) = (0 + (1 \times 29)) = 29km \quad (9)$$

Usando (8) e (9) em (7):

$$Van = ((300 - (300 \times (1 - 70\%))) \times 83) + (300 \times (1 - 70\%) \times 29) = R\$241,00$$

O cenário proposto terá custos adicionais relativos à transferência das mercadorias do distribuidor para o centro de consolidação e também dos custos próprios do centro de consolidação, que envolverão gastos com locação do prédio, equipamentos, mão de obra, etc. Os cálculos destes custos serão apresentados nas seções 5.3.1.5, 5.3.1.6, 5.3.1.7 e 5.3.1.8,.

#### 5.3.1.5. *Custo mensal de transferência*

As premissas apresentadas na tabela 6, são relacionadas exclusivamente à operação de transporte utilizando caminhões adicionados para a transferência de mercadorias do distribuidor para o centro de consolidação.

**Tabela 6:** Premissas da operação de transferência

Premissa	Variável	Valor
Peso movimentado por dia	Weight	A ser definido
Peso médio por nota fiscal	Winvoice	50 kg
Número de pontos de coleta	Collect	4
Custo por caminhão	Truck	R\$ 400
Distância entre centros de distr. e de consol.	Dcon	60 km
Carregamentos por dia	Loads	2
Dias trabalhados	workdays	22
Viagens por dia	Trips	A ser definido

$$Weight = (Dday \times Winvoice) = (2.000 \times 50) = 100.000 \text{ Kg} \quad (10)$$

$$Weighttrip = \left( \frac{Weight}{Collect} \right) \times \left( \frac{1}{Loads} \right) = \left( \frac{100.000}{4} \right) \times \left( \frac{1}{2} \right) = 12.500 \text{ kg} \quad (11)$$

$$Trips = \frac{Weight}{Weighttrip} = \frac{100.000}{12.500} = 8 \text{ trips} \quad (12)$$

$$Monthly \text{ cost} = (Truck \times workdays \times trips) \quad (13)$$

$$Monthly \text{ cost} = (400 \times 22 \times 8) = R\$70.400$$

#### 5.3.1.6. Custo mensal do centro de consolidação

Para o cálculo do custo do centro de consolidação foram assumidas somente duas premissas relativas ao tamanho e ao preço de mercado por metro quadrado de área ocupada, considerando que o prédio utilizado para o centro de consolidação será operado como um *cross dock*; não será mantido estoque de produtos.

**Tabela 7:** Premissas do centro de consolidação

Premissa	Variável	Valor
Área de armazenagem	m <sup>2</sup>	5.000
Custo por m <sup>2</sup>	R\$/m <sup>2</sup>	R\$12,00

$$Monthly \text{ cost} = (Sqm \times R\$ / sqm) = (5.000 \times 12) = R\$60.000 \quad (14)$$

### 5.3.1.7. *Custo mensal de mão de obra*

Para o cálculo do custo mensal de mão de obra foi estimado o efetivo necessário para manusear toda mercadoria recebida e expedida no centro de consolidação usando as tabelas de salários, benefícios e encargos da cidade de São Paulo, conforme mostrado na tabela 8:

**Tabela 8:** Premissas de mão de obra

Descrição	Quant.	Salário Unit. (R\$)	Custo com Impostos (R\$)
Impostos e benefícios			120%
Supervisor	2	3200	14.080
Auxiliar de armazém	8	650	11.440
Conferentes	4	950	8.360
Assistente administrativo	1	1.500	3.300
Outros custos indiretos			5.000
<b>Custo total do armazém</b>			<b>42.180</b>

$$\text{Monthly cost} = R\$42.180$$

### 5.3.1.8. *Custo mensal das vans*

Usando a fórmula (6), definida na seção 5.3.1.2, o custo de distribuição da operação com vans para o cenário proposto deverá ser:

$$\text{Monthly cost} = (\text{Van} \times \text{workdays} \times \text{numberofvehicles})$$

$$\text{Monthly cost} = (241 \times 22 \times 276) = R\$1.463.352$$

#### 5.4 Economia anual

A economia anual gerada pela configuração proposta é dada pela diferença entre os custos anuais do cenário atual e o proposto, conforme mostrado a seguir:

$$Total\ cost = Van + Monthly\ cost \quad (15)$$

$$Total\ cost = Van + Truck + Consolidation\ centre + Labor \quad (16)$$

$$Total\ cost = 1.463.352 + 60.000 + 70.400 + 42.180$$

$$Total\ cost = R\$1.635.932$$

$$Savings = (Monthly\ cost\ curr - Total\ cost) \times 12 \quad (17)$$

$$Savings = (2.296.800 - 1.635.932) \times 12 = R\$7.930.416$$

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Como já ressaltado na introdução deste trabalho, o mercado farmacêutico é fortemente regulamentado em vários países do mundo. Embora os motivos para esta regulamentação variem de país para país, o fato mais importante é que uma de suas formas de controle direto e/ou indireto por parte dos governos é sobre os preços destes produtos. Este controle, aliado a uma forte e crescente concorrência pública – através do fortalecimento das fábricas estatais de medicamentos – e privada, notadamente em função da crescente demanda e consequente oferta de medicamentos genéricos e similares, tem causado um achatamento das margens da indústria farmacêutica, principalmente naquela que investe no desenvolvimento de novas moléculas para a composição de novas drogas, fazendo com que estas indústrias também tentem migrar para o mercado de genéricos e, principalmente, busquem alternativas para aprimorar seus processos e consigam, com isso, recuperar parte destas margens de lucro.

Com isso, diversas iniciativas e diferentes estratégias têm sido desenvolvidas e experimentadas pela indústria farmacêutica ao redor do mundo visando atingir os objetivos listados.

Com base na simulação gerada para o estudo de caso em análise, é possível perceber que a configuração proposta nesta dissertação é viável do ponto de vista de custo. Para analisarmos sua viabilidade operacional, é necessário avaliar um pouco mais detalhadamente algumas etapas do processo.

Como destacado ao longo da dissertação, a base para a configuração proposta é a logística colaborativa. Para que esta colaboração possa trazer os resultados necessários para que a configuração seja bem sucedida, é necessário integrar os diversos atores da solução. Analisando cada um destes atores e os requerimentos para que estejam integrados, teremos:

- Farmácia: a farmácia é o primeiro e o último ator da configuração do urban transit point (UTP). Sua atuação começa na gestão de seus estoques, que será o gatilho para a solicitação de novas mercadorias ao distribuidor farmacêutico de sua preferência. Esta gestão de estoque pode ser tão simples quanto uma gestão visual, normalmente utilizada

por pequenos estabelecimentos, onde o farmacêutico responsável avalia os produtos disponíveis nas gôndolas e com base em sua experiência determina quanto deve ser repostado de cada item vendido na farmácia, ou tão complexo quanto um controle automático do ponto de reposição de estoque. A colocação do pedido de compra também pode ser bastante flexível e permanecer como atualmente funciona na maioria dos casos, ou seja, por exemplo, solicitação telefônica diretamente ao distribuidor farmacêutico, coleta manual de pedido por representante de vendas da indústria (que posteriormente passará o pedido de compra para um distribuidor farmacêutico previamente determinado), cadastramento eletrônico de pedido de compras, utilizando algum sistema de gestão de compras de medicamentos (também já disponível no mercado e já utilizado por um número considerável de farmácias) ou através da coleta automática de pedidos de compras.

- **Distribuidor Farmacêutico:** Uma vez que o pedido de compra é recebido pelo distribuidor, isso dará início a algumas atividades importantes para o processo. Estas atividades são listadas na seqüência, mas não necessariamente seguem a ordem aqui exposta, uma vez que estas atividades são particulares de cada distribuidor farmacêutico e podem variar sensivelmente de um para outro. Uma destas atividades é o processamento interno do pedido, usualmente para a grande maioria dos distribuidores e que engloba a análise de crédito da farmácia requisitante do material, verificação de disponibilidade de estoques, etc. Geralmente na seqüência desta atividade inicia-se a etapa de planejamento do atendimento ao pedido de compra, que pode compreender o planejamento da separação de produtos e carregamento dos veículos que serão usados para o transportes dos produtos, etapa esta que engloba a definição das rotas de viagem dos veículos para entrega dos pedidos nos respectivos urban transit points, definindo o tipo e quantidade de veículos a serem utilizados, horário de início e término de carregamento, etc. A última etapa pode ser chamada de etapa física do atendimento do pedido, englobando atividades como a separação dos produtos nas quantidades solicitadas, embalagem e conferência dos produtos, carregamento dos produtos, etc. No meio deste processo entra uma nova e importante etapa, que é o compartilhamento eletrônico das informações do pedido de compra com o operador do urban transit point. Estas informações devem ser

compartilhadas com certa antecedência (vamos assumir que 4 horas de antecedência seja um prazo razoável) para permitir que o operador consolide todos os pedidos de todos os distribuidores e possa fazer um novo planejamento de rotas, desta vez considerando a transferência dos produtos do urban transit point para cada uma das farmácias a serem atendidas. Como já explorado nos capítulos anteriores deste trabalho, a conexão de todos os distribuidores farmacêuticos com cada um dos urban transit point seria uma forte barreira para a implementação da solução. Entretanto, seguindo uma tendência mundial de regulamentação e controle de medicamentos, a ANVISA regulamentou uma lei para garantir a total rastreabilidade de todo medicamento vendido em território nacional. Esta nova regulamentação estabelece que todo movimento, seja de transferência ou venda de produtos farmacêuticos, deve ser reportado eletronicamente à ANVISA. Com isso, todas as informações necessárias para que o urban transit point possa fazer o planejamento das rotas e entregas já terão sido coletadas e disponibilizadas eletronicamente, facilitando a viabilização da solução. Como referência esquemática sobre o funcionamento previsto para o sistema de rastreamento, veja as figuras 12 e 13.



**Figura 122:** Esquema do funcionamento da rastreabilidade de medicamentos

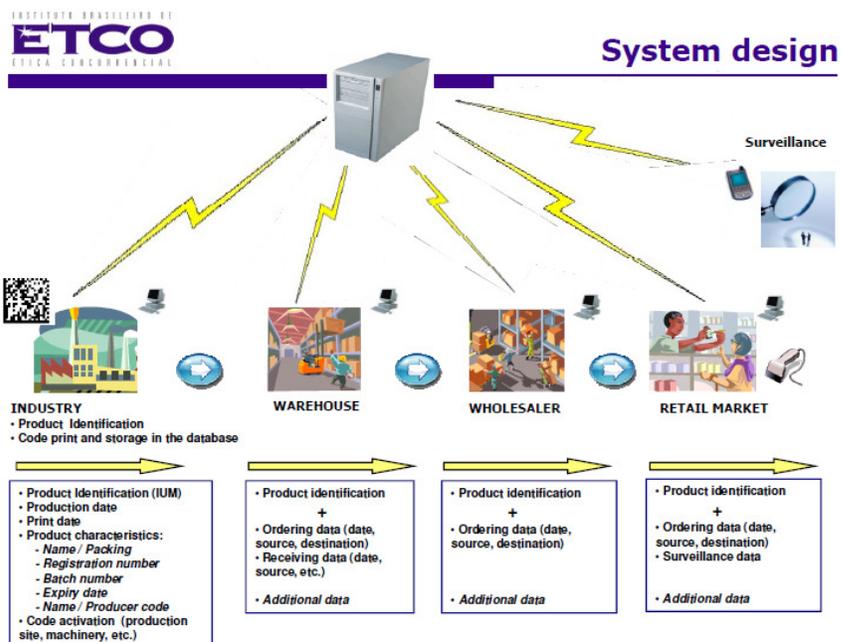


Figura 133: Esquema do interfaceamento da rastreabilidade de medicamentos

- Urban Transit Point (UTP): um dos principais requerimentos para a operação do UTP é que este tenha ferramentas de gestão e controle bastante robustas, de modo a preservar a qualidade dos produtos e, principalmente, garantir a rastreabilidade dos produtos farmacêuticos, se enquadrando assim nas novas regras da ANVISA. Adicionalmente, é importante que o UTP ofereça ferramentas de visibilidade dos pedidos para que tanto os distribuidores quanto as farmácias possam acompanhar em tempo real a evolução do processo de entrega de produtos, assegurando maior confiabilidade ao serviço. O UTP deverá receber com certa antecedência (para fins ilustrativos vamos considerar uma antecedência mínima de 4 horas em relação à chegada dos veículos de transferência dos distribuidores ao UTP) as informações relativas a cada carga que será direcionada ao UTP. De posse destas informações de todos os distribuidores farmacêuticos, o UTP deverá planejar o descarregamento de cada veículo de transferência, a movimentação interna dos produtos, as rotas de entregas em cada uma das farmácias a ser atendida e o número de veículos a ser empregado nas entregas. Talvez esta seja a etapa mais importante do processo, pois é onde o UTP poderá maximizar a utilização de cada veículo

para as entregas dos produtos nas farmácias, compondo a carga de cada veículo com base nas informações antecipadas pelos distribuidores farmacêuticos e consolidando cargas de vários distribuidores em função das rotas de entrega, em um mesmo veículo. Por fim, o UTP deverá reportar à ANVISA todos os produtos recebidos, suas fontes e destinos, de modo a manter a base de dados para rastreabilidade de produtos farmacêuticos abastecida. Apesar de o UTP atuar como um operador logístico e pelo fato de o projeto da ANVISA já prevê este ator no processo de rastreabilidade, é importante destacar que a inclusão do UTP no processo de rastreabilidade requer uma análise mais detalhada e conclusiva sobre os requerimentos e modo de operação necessário.

- Farmácias: as farmácias fecham o ciclo da configuração proposta, recebendo os produtos solicitados aos diversos distribuidores farmacêuticos de forma consolidada, preferencialmente em uma única entrega por dia. Como parte final do processo, a farmácia deverá conferir a carga entregue contra os pedidos de compra efetuados e reportar qualquer diferença encontrada aos respectivos distribuidores farmacêuticos.

Vale a pena destacar que as autoridades públicas podem desempenhar um papel bastante importante para assegurar os resultados esperados para esta nova configuração de distribuição urbana. A abordagem da Prefeitura ou Governo Estadual (poder público) pode ser mais ou menos profunda. Numa abordagem superficial, o poder público pode agir como facilitador da solução, criando regras para regulamentar a operação do UTP e para restrição do acesso de veículos diferentes daqueles operados pelo UTP na região definida para entrega de medicamentos. Numa abordagem mais profunda, o poder público pode, adicionalmente, criar regras ou leis punitivas para o não uso do UTP e também regras para a concessão de benefícios fiscais para que o UTP invista em frota de veículos movidos a energia limpa, como etanol ou energia elétrica. Conforme já pesquisado e exposto na revisão bibliográfica, alguns países tiveram iniciativas similares e têm sido bem sucedidos.

A figura 14 apresenta uma representação esquemática do funcionamento do UTP. Pela figura, podemos identificar a localização de cada UTP ao redor da região delimitada para a atuação do UTP. Dentro da região delimitada, poderão circular apenas os veículos que atendam a legislação



maiores para as farmácias, uma vez que uma maior frequência de entregas exige pessoal disponível durante horário comercial para receber e conferir as mercadorias entregues, o que acaba tirando o pessoal especializado em comercializar produtos farmacêuticos de suas funções.

Ainda analisando a configuração atual, podemos facilmente deduzir que a capacidade de consolidação de cargas fica restringida a cada um dos distribuidores, o que pode limitar bastante qualquer tentativa neste sentido, principalmente considerando que os volumes movimentados pela indústria farmacêutica são relativamente pequenos (fazendo uma comparação direta entre o peso e cubagem movimentada pela indústria farmacêutica e as indústrias de alimentos e eletroeletrônicos).

Por fim, analisando a questão da visibilidade da entrega, a configuração atual permite que esta funcionalidade seja facilmente disponibilizada, uma vez que o transporte entre o distribuidor e a farmácia é gerenciado diretamente pelo distribuidor. Entretanto, hoje em dia este tipo de funcionalidade não é fortemente utilizada pelas empresas do segmento.

A primeira etapa do processo na configuração com UTP é onde a colaboração está mais presente, pois nesta etapa ela se torna mandatória entre os diversos atores da cadeia de abastecimento, a indústria, os distribuidores, o operador do UTP e as farmácias.

Esta colaboração inicia-se na troca de informações necessárias para o planejamento das entregas. Basicamente, estas informações devem ser passadas ao operador com certa antecedência para que o mesmo possa programar recursos (humanos e materiais) para atender à demanda e para que possa fazer a consolidação das entregas de todos os distribuidores em rotas pré ou pós-estabelecidas.

Outro ponto importante da colaboração se dá na operação do UTP, que deve ser compartilhada entre todos os distribuidores farmacêuticos. Esta operação deve ser provida de recursos necessários e suficientes para um controle preciso das cargas físicas e de seus respectivos pedidos de compra, de modo a permitir aos seus usuários o perfeito controle do fluxo de mercadorias e informações.

A etapa do processo utilizando a configuração com o UTP onde ocorre a transferência dos produtos não é muito diferente do processo na configuração atual. Isto porque os distribuidores poderão fazer a transferência dos produtos utilizando a mesma frota de veículos utilizada atualmente para as entregas, com a diferença de que estes veículos não entrarão mais na área delimitada e atendida pelos UTP's. É importante destacar que mesmo utilizando os mesmos veículos usados atualmente, existe um potencial para redução de custos envolvidos na transferência, uma vez que os distribuidores poderão consolidar melhor suas cargas.

Os funcionários do UTP deverão ser treinados para lidar com todos os produtos que utilizarão os UTP's e com as particularidades de cada distribuidor, de forma a reduzir riscos de erros de despacho e assegurar a qualidade e integridade dos produtos farmacêuticos.

No descarregamento dos veículos de transferências as cargas já serão conferidas e endereçadas para as docas de expedição, ordenadas por rota de entrega e por posição de parada do veículo para entrega. Em geral, é nesta fase onde ocorrem os maiores riscos de avarias e extravios de produtos, o que requer um forte controle por parte do operador do UTP de forma a minimizar estes riscos e não inviabilizar a solução.

O UTP não deve manter estoques de produtos. Todos os produtos descarregados dos veículos de transferência deverão ser imediatamente ordenados e carregados nos veículos de entrega. Em caso de retorno de mercadoria das rotas de entrega, os produtos deverão ser identificados e carregados no próximo veículo de transferência disponível para o respectivo distribuidor proprietário do produto.

Um sistema de gerenciamento de armazém se faz necessário nesta etapa de forma a assegurar o bom controle dos fluxos de produtos e dar visibilidade de informações para as partes interessadas na operação do UTP.

Por fim, é importante ressaltar a necessidade de implementar um sistema de monitoramento da frota de veículos a ser utilizada nas entregas às farmácias, assegurando a visibilidade das entregas e dando maior credibilidade à solução.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já exposto, tomando a região hachurada na figura 14 como um sistema fechado a ser analisado, pode-se perceber que há uma sensível redução no número de veículos requeridos para transportar os medicamentos até as farmácias localizadas naquela região. A explicação lógica para isso passa por dois tópicos específicos:

- **Consolidação de carga:** o uso da logística colaborativa e também e mais especificamente do transporte colaborativo permite ao operador do UTP prever com antecedência os volumes a serem movimentados e os destinos a serem atendidos. Apesar de isso não ser muito distinto do que os distribuidores farmacêuticos fazem na configuração atual, existe uma diferença significativa no conceito, que é justamente o ganho de escala que se tem quando há a consolidação de volumes de diversos distribuidores em um mesmo local, gerando rotas com melhor aproveitamento da ocupação cúbica dos veículos utilizados na distribuição final.
- **Segregação das atividades e de seus efeitos:** para que o estudo faça pleno sentido, na configuração proposta foi feita uma segregação entre as fases do transporte de transferência e o transporte de distribuição. Na configuração atual estas duas etapas mais do que se confundirem, são na verdade uma única fase, que começa no distribuidor farmacêutico e termina na farmácia, com a conclusão da entrega. Na configuração proposta a fase de transferência, que vai do distribuidor farmacêutico até o UTP deixa de fazer parte da distribuição final. A distribuição propriamente começa no UTP e vai até a farmácia. O sentido para isso é que os UTP's estão localizados nos limites da área de acesso restrito da grande São Paulo e, portanto, os veículos de transferência, neste caso, não serão causadores de poluição e tampouco de tráfego nesta região. Sob o ponto de vista de custo, entretanto, esta etapa do transporte foi considerada de forma a permitir a comparação com o custo total da configuração atual.

Feitas as explicações, conseguimos identificar que a configuração proposta (UTP) é sensivelmente mais barata que a atual (algo em torno de 30% de redução de custo) e utiliza uma frota de veículos cerca de 20% menor. Estes resultados são bastante expressivos, principalmente

considerando que os volumes movimentados pelo mercado farmacêutico (em termos de peso e cubagem) não são os mais expressivos em uma grande cidade. Esses números sugerem que existe um potencial ainda maior de economia se for possível agregar a esta configuração mercadorias para outros destinatários, além das farmácias. Um bom exemplo de destinatários-alvo seriam bares e restaurantes, que demandam uma frequência de entregas bastante alta e possuem localização semelhante às das farmácias em um grande centro como São Paulo.

Outro ponto que merece destaque é o fato de que a configuração proposta não levou em conta na aplicação do estudo de caso a substituição do combustível utilizado nos veículos da etapa de distribuição de produtos farmacêuticos. Esta poderia ser uma complementação interessante para este estudo, onde seria testado o impacto para o tráfego, poluição e custos associados à distribuição da adoção de uma frota de veículos movida a combustíveis limpos (preferencialmente energia elétrica).

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados da simulação dos dois diferentes cenários, a configuração proposta, usando-se o centro de consolidação próximo do centro da cidade, é o de menor custo se comparado com a configuração de distribuição atual. A redução de custo obtida é cerca de 30%, significativa o bastante de modo a atrair investimentos de companhias privadas para a implantação desta configuração. Sendo assim, mesmo considerando-se um terceiro a prestar este tipo de serviço e adicionando-se margem e impostos sobre a base de custos, esta configuração ainda se apresenta mais interessante para o sistema.

Adicionalmente, assumindo-se o centro da cidade como um sistema fechado, a configuração proposta envolverá 276 veículos na distribuição do volume diário, de modo a atingir todas as 1.000 farmácias envolvidas na simulação. A configuração atual envolve 348 veículos para o mesmo escopo. Desta forma, a redução é de cerca de 20% no número de veículos envolvidos. Se considerarmos que o tipo de veículos usados será exatamente o mesmo nos dois cenários, a redução na poluição gerada por esta operação será aproximadamente 21% menor com a configuração proposta.

Finalmente, a redução de custos proporcionada por esta configuração permitirá a utilização parcial dos advindos recursos, pelo provedor do serviço que irá operar o centro de consolidação e também a distribuição fina, para investir em uma frota de veículos limpa, ou seja, utilizando carros movidos a gás, etanol ou energia elétrica.

Para apoiar esta iniciativa e garantir o sucesso desta configuração, é recomendado que as autoridades destas grandes cidades atuem como facilitadoras deste tipo de iniciativa, criando leis para definição das regiões a serem cobertas pela nova configuração e atuando no controle da qualidade da frota que será usada na distribuição fina. É recomendada também a análise da viabilidade para a criação de um benefício fiscal para a empresa provedora do serviço, caso esta opte por utilizar veículos limpos na operação, estimulando ou até mesmo obrigando-o a usar tais veículos.

Conforme destacado no capítulo que tratou dos objetivos deste trabalho, torna-se interessante e recomendável que a configuração de distribuição urbana utilizando o UTP seja aplicada ou testada em cenários que misturem diversos produtos de segmentos industriais distintos ou simplesmente para outras classes de produtos (tais como alimentos, eletro-eletrônicos, etc) de forma a potencializar a capacidade de consolidação e aumentar os benefícios desta configuração.

Considerando a região da Grande São Paulo a ser atendida pelo UTP, a quantidade e a variedade de produtos que são distribuídos naquela região, a concentração de pontos comerciais de diferentes categorias (farmácias, lojas de departamentos, supermercados, lojas de eletrodomésticos, etc) gera um potencial interessante de incremento nas economias geradas pela consolidação e pela colaboração na logística de distribuição, bem como torna maior o potencial de eliminação de veículos de entrega das ruas da cidade de São Paulo. Esse aumento no escopo do UTP pode tornar um eventual projeto ainda mais atraente para a iniciativa privada e, desta forma, beneficiar ainda mais a viabilização de uma parceria público privada que privilegie a regulamentação desta distribuição e o uso de veículos movidos a energia limpa.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSTEL, M.; AMSTEL, W. *Economic Trade-offs in Physical Distribution*, International Journal of Physical Distribution & Materials Management, v. 17, n.7, pp.15-54. 1985.
- ANDRASKI, J. Foundations for Successful Continuous Replenishment Programs, Intl. Journal of Logistics Management, v. 5, n. 1, pp. 1-8, 1994.
- AZUAGA, D. Danos Ambientais Causados por Veículos Leves no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000, 168 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- BARRATT, M. Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 9, N. 1, P. 30-42, 2004
- BOTTER, R. C.; TACLA, D.; HINO, C. M. Estudo e Aplicação de Transporte Colaborativo para Cargas de Grande Volume. Pesquisa Operacional, v.26, n.1, p.25-49, Janeiro a Abril de 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logistical Management - The Integrated Supply Chain Process, 1 ed., McGraw-Hill. 1996.
- BRASIL. Lei nº 11.903 de 14 de janeiro de 2009. Dispõe sobre o rastreamento da produção e do consumo de medicamentos por meio de tecnologia de captura, armazenamento e transmissão eletrônica de dados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 146, n. 10, 15 jan. 2009. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Resolução RDC nº 059 de 24 de novembro de 2009. Dispõe sobre a implantação do Sistema Nacional de Controle de Medicamentos e definição dos mecanismos para rastreamento de medicamentos, por meio de tecnologia de captura, armazenamento e transmissão eletrônica de dados e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 146, n. 225, 25 nov. 2009. Seção 1, p. 58.
- BRITO, V. Aplicação de simulação como ferramenta de apoio à elaboração de um planejamento estratégico de capacidade, Centro de Estudos em Logística – COPPEAD/UFRJ, 2007.
- BROWNE, M.; NEMOTO T.; VISSER J.; WHITEING T. Urban Freight Movements and Public Private Partnerships. Hitotsubashi University Repository, Tokyo, 2003.
- BROWNING, B.; WHITE, A. Collaborative Transportation Management – A Proposal. EUA, 2001.
- BUTTON, K. J.; PEARMAN, A. D. The economics of urban freight transport, Holmes & Meier Pub, New York, 1981.
- CHINITZ, B. Freight and the metropolis. Cambridge: Harvard University Press, 1960.
- CHRISTOPHER, M. A logística do marketing. São Paulo: Futura, 1999.

- CHRISTOPHER, M. *The Agile Supply Chain – Competing in Volatile Markets*, Industrial Marketing Management, v. 29, n. 1, pp. 37-44. 2000.
- CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. Relatório da Comissão de Fiscalização, Brasília, Brasil, 2008.
- COPPEAD, CENTRO DE ESTUDOS LOGÍSTICOS. Panorama Logístico 2006: custos logísticos no Brasil. Disponível em [HTTP://www.centrodelogistica.org/new/fs-panoramas.htm](http://www.centrodelogistica.org/new/fs-panoramas.htm)>. Acesso em 10/10/2009.
- DeCICCO, J.; ROSS, M. Improving Automotive Fuel Economy, Scientific American, v.271, n.6 (Dec), pp. 52-57, 1993.
- ELLINGER, A.; TAYLOR, J. *Automatic Replenishment Programs and Level of Involvement: Performance Implications*, International Journal of Logistics Management, pp. 25-36. 1999.
- EVERS, P. T. *The Effect of Lead Times on Safety Stocks*, P&IM Journal, Second Quarter, v. 40, n. 2, pp. 6-10. 1999.
- EVERS, P. T.; BEIER, F. J. *Operational Aspects of Inventory Consolidation Decision Making*, Journal of Business Logistics, v. 19, n. 1, pp. 173-189. 1998.
- FERREIRA FILHO, V. J. M.; MELO, A. C. S. 2001. Pesquisa Operacional, v.21, n.2, p.223-232, jul. a dez. de 2001.
- FIGUEIREDO, R.; EIRAS, J. Transporte colaborativo: conceituação, benefícios e práticas, Centro de Estudos em Logística - COPPEAD/UFRJ, 2007.
- FIORITO, S. S.; MAY, E. G. *Quick Response in Retailing*, International Journal of Retail and Distribution Management, v. 23, n. 5, pp. 12-21. 1995.
- GOLDBARG, M. C. Otimização combinatória e programação linear: métodos e algoritmos. Rios de Janeiro: Campus, 2000.
- GOLDMAN, A. Fórum Fundação Getúlio Vargas de Infra-estrutura Logística – Apresentação em pdf. FGV-SP, 2007.
- HARRISON, A.; VOSS, C. *Issues in setting up JIT supply*. International Journal of Operations and Production Management, v. 10, n. 2, pp. 84-93. 1990.
- HOEK, R. I. *Logistics and Virtual Integration*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 28, n. 7, pp. 508-523. 1998a.
- JOHNSON, G. H.; STICE, J. D. *Not Quite Just-in-Time Inventories*, The National Public Accountant, v. 38, n. 3, pp. 26-29. 1993.
- JONES, D. J. *JIT and EOQ Model: Odd Couple No More*, Management Accounting, v. 72, n. 8, pp. 54 –57. 1991.

- KAWANO, M. Poluição Atmosférica-Qualidade do Ar, Revisão 06, SENAI-CIC, Curitiba, 2001.
- LEEuw, S. D.; GOOR, A.R. *The Selection of Distribution Control Techniques*, The International Journal of Logistics Management, v. 10, n. 1, pp. 97-112. 1999.
- LEVY, M.; WEITZ, B. Retailing Management. 3 ed., New York: McGraw Hill. 1998.
- LIBERATO, M. J. 2005. Um Estudo sobre as Condições de Distribuição de Mercadorias na Região Metropolitana de São Paulo: o Papel de Ações Colaborativas na Busca de Alternativas Eficientes. Campinas: UNICAMP, 2005, 157 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação do Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- LIMA JUNIOR, O. F. A Carga na Cidade: Hoje e Amanhã. Revista dos Transportes Públicos – ANTP, 2003.
- LISBOA, E. F. A. Pesquisa Operacional, 1990. Apostila de Curso, Rio de Janeiro.
- LIZ, P. *CRP Investment Pays Off in Many Ways*, Drug Store News, v. 21, n. 2, p.26. 1999.
- MANRODT, K. B.; FITZGERALD, M. Seven Propositions for Successful Collaboration. Supply Chain Management Review, 2001.
- MAXIMIANO, A. C. A. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MELLO, J. C. C. B. S; MELLO, M. H. C. S. Revista Produção, V.13, n.2, 2003.
- OGDEN, K.W. Urban Goods Movements: a Guide to Policy and Planning. England: Ashgate Publishing Limited, 1992.
- PEREIRA, R. A. V.; RODRIGUEZ, M. V. R. Análise Competitiva do Mercado Farmacêutico Brasileiro: Estudo de Caso. In: X Simpep – Simpósio de Engenharia de produção. 2003.
- ROMERO, B.; *The Other Side of Supply Management*, P&IM Journal, v. 32, n. 4, pp. 1-3. 1991.
- SAHAY, B.S. Supply chain collaboration: The key to value creation. Work Study. Vol. 52, n.1, pp.76, 2003
- SANCHES JUNIOR, P. F. Logística de Carga Urbana: uma análise da realidade brasileira. Campinas: UNICAMP, 2008, 239 p. Tese (Doutorado) – Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- SANTOS, S. C. M. Melhoria da equidade no acesso aos medicamentos no Brasil: os desafios impostos pela dinâmica da competição “extra preço”. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2001. 201 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

- SCARINGELLA, R. S. A crise da Mobilidade Urbana em São Paulo, São Paulo em Perspectiva, v. 15(1), p. 55-59, 2001.
- SILVEIRA, C. A.; LAVRATTI, F. B.; BENITO, R. C. V. Pesquisa operacional no ensino da Logística, 2005.
- SOBRAPO. O que é Pesquisa Operacional. Disponível em <<http://www.sobrapo.org.br/sitesobrapo.htm>>. Acesso em: 05 de Julho de 2009.
- TACLA, D. Estudo de Transporte Colaborativo de Cargas de Grande Volume, com Aplicação em Caso de Soja e Fertilizantes. São Paulo: USP, 2003, 286 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- TALLON, W. *The Impact of Inventory Centralization on Aggregate Safety Stock*, Journal of Business Logistics, v. 14, n. 1, pp. 185-196. 1993.
- TAVARES, L. V.; OLIVEIRA, R. C.; THEMIDO, I. H.; CORREIA, F. N. Investigação Operacional. Lisboa: Mc Graw Hill, 1996.
- VIEIRA, D. R. Vantagens da Logística Colaborativa. Carga.&Cia, Curitiba, Julho de 2001.
- VISSER, J; BINSBERGEN, A. M.; NEMOTO, T. Urban Freight Transport: Policy and Planning. In: First International Symposium on City Logistics. Austrália. 1999.
- VOLUNTARY INTER-INDUSTRY OF COMMERCE STANDARDS. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 33, Pages 531-549, 2003.
- WALLER, M.; JOHNSON, M. *Vendor Managed Inventory in the Retail Supply Chain*, Journal of Business Logistics, v.20, n.1, pp. 183-198. 1999.
- WANKE, P. Distribuição direta ou distribuição escalonada? A visão da indústria numa rede de distribuição simples, Centro de Estudos em Logística - COPPEAD/UFRJ, 2007.
- WILEY, J. Managing Innovation. Reino Unido, 1997.