

DISTRIBUIÇÃO DE ENCOMENDAS EM CENTROS URBANOS BASEADA NO ENFOQUE DE “CITY LOGISTICS”

Nadja Glheuca S. Dutra

Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN
Universidade Federal do Ceará

Antônio Galvão N. Novaes

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC

RESUMO

O problema gerado pela movimentação de mercadorias em áreas urbanas, mesmo não sendo novo, raramente fora considerado a contento no planejamento conjunto de transporte urbano, notadamente nos países menos desenvolvidos. Mas, isso vem mudando, e rapidamente. Deve-se isso à maior conscientização dos cidadãos e organizações a respeito dos grandes problemas gerados pelo tráfego de carga. Esse trabalho analisa os benefícios advindos do emprego dos conceitos de *city logistics* na melhoria do ambiente urbano para uma realidade nacional, estudando-se o comportamento da área central de Florianópolis numa aplicação. Estimaram-se os custos envolvidos (mão-de-obra, operação, instalações etc.) para a atual realidade, comparando-os, posteriormente, à outra, hipotética, na qual os conceitos de *city logistics* se fizeram presentes. Bons resultados, tanto do ponto de vista ambiental (dada a redução do número emissões e de veículos), quanto de competitividade (custos em geral), puderam ser observados no estudo.

ABSTRACT

The problem generated by the displacement of merchandises in urban areas, although not new, has nevertheless not been adequately considered in urban transportation planning processes as a whole, mainly in less developed countries. But this situation is changing quickly. This is due to the increasing citizen and organization conscientization regarding the big problems that are generated by cargo displacement. This paper analyzes the benefits accrued from using the concepts of “city logistics” to improve the urban environment at a national level, focusing on an application involving the CBD (Central Business District) of Florianópolis, in Brazil. We estimated the related costs (labor, operations, facilities, etc) for the present reality, and later compared these costs with a hypothetical situation where the concepts of “city logistics” were introduced. Good results, regarding both the environmental costs (connected with the reduction of emissions and of truck traffic), and operational costs, were detected in the study.

1. INTRODUÇÃO

Foi-se o tempo em que os problemas de circulação em grandes centros se voltavam ao transporte público ou individual de passageiros. Aliados a estes, encontra-se a movimentação de carga, cuja proporção, em termos gerais, é dada pelo porte e pela economia da região.

Com o intuito de identificar técnicas e estratégias em transportes voltadas à movimentação de cargas, a Comissão Européia abordou algumas “áreas-chave”, das quais se podem esperar ganhos ambientais e de competitividade, de forma a mudar positivamente o contexto urbano: motores menos poluentes; treinamento de pessoal (motoristas); adoção de meios de transportes ambientalmente mais favoráveis; redução do número de veículos circulando, e o emprego dos conceitos de *city logistics* (European Commission, 2000).

Nessa direção, ao final dos anos 90, percebeu-se a urgência da então *city logistics* como nova área do planejamento de transportes pela razão de buscar o equilíbrio entre a eficiência requerida pelo transporte urbano de carga e os custos sociais envolvidos (produto do congestionamento do tráfego, impactos ambientais e conservação de energia) (Robinson, 2002). Vários estudiosos apontaram o emprego desses novos conceitos na melhoria dos níveis de serviços pela otimização das entregas, bem como no próprio ambiente urbano, fruto da

diminuição do número de caminhões rodando e dos transtornos que lhes são peculiares. Dentre estes, destacam-se Boerkamps e Binsbergen, 1999; Taniguchi *et al.*, 1999, 2001 e 2003; Robinson, 2002; Taniguchi, 2002; Ricciardi *et al.*, 2003; Fusco *et al.* (2003) e outros.

Assim, este estudo apresenta um roteiro para a aplicação dos conceitos de *city logistics* voltado à realidade brasileira, e do qual se puderam extrair significativos índices de economia para a empresa operadora (de entregas), representados pela diminuição do número necessário de veículos, refletindo-se, ainda, em ganhos ambientais pela redução do número de emissões.

A pesquisa foi desenvolvida na área central de Florianópolis e usou dados socioeconômicos e de entregas parceladas (secas), ambos georeferenciados em um aplicativo de SIG-T. Também foi utilizada a linguagem de programação Turbo Pascal para duas rotinas desenvolvidas, além de planilha eletrônica. Para se fazer a prospecção da demanda de adesão ao tipo de serviço proposto e para um ano-horizonte, fez-se uso de um modelo comportamental (Modelo de Difusão de Bass), no qual foram criados distintos cenários por meio de simulações. Para a escolha do melhor ponto para a localização de uma central de serviços dentro da área analisada, empregou-se o conceito de *p-mediana*, bem como a assunção de caminhadas máximas em função de características do ambiente urbano. Inicialmente, serão apresentados alguns conceitos básicos relacionados ao tema, os quais foram empregados na confecção do método; em seguida, apresentam-se o problema proposto e sua área de estudo. A terceira parte do trabalho traz o método propriamente dito e sua aplicação, sendo este finalizado com o resumo dos resultados obtidos. Finaliza-se esta apresentação com as conclusões e algumas considerações.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Esquemas de City Logistics – Conceitos e Aplicações

Numa definição ampla, Thompson (2003) afirma ser a *city logistics* um processo de planejamento integrado para distribuição de carga urbana, baseado em um sistema de aproximações (integração), as quais promovem esquemas inovadores, que reduzem o custo total (incluindo os econômicos, sociais e ambientais) dos movimentos de carga dentro das cidades. Permite, ainda, a estimação de uma estrutura para planejadores de cidades, onde os impactos dos esquemas propostos envolvem, normalmente, o estabelecimento de parcerias entre os setores público e privado.

Durante os anos 90, preocupados com as áreas centrais já tão adensadas pela quantidade de atividades, alguns países europeus (notadamente, Alemanha, Holanda, Bélgica, Suíça e Dinamarca) deram início a projetos-piloto referentes a modelos alternativos para a distribuição nos centros urbanos, mais conhecidos como *city logistics* (Petri e Nielsen, 2002). Vale salientar que o Japão aparece com esquemas bem parecidos desde a década de 70 (maiores detalhes, deve-se consultar Dutra, 2004; Takahashi *et al.*, 1997; e Takahashi e Hyodo, 1999).

Muitos estudos mostraram que grande parte dos veículos de entregas ainda trabalha com capacidade ociosa, gerando um maior número de viagens necessárias para a consecução entregas que, por sua vez, se apresentam em lotes cada vez menores, resultado da chamada globalização da economia e das técnicas JIT (*just in time*). Com o passar dos anos, percebeu-se um aumento ainda mais significativo das viagens com as vendas pela Internet (Colin, 2001; Robinson, 2003; Ricciardi *et al.*, 2003; Dutra, 2004).

Segundo Ricciardi *et al* (2003), *city logistics* tem como perseguir os objetivos de minimização dos impactos negativos da movimentação urbana de carga (intrusão visual, poluição, acidentes, severidade nas restrições de circulação) seja pelas idéias, pelos estudos, políticas ou modelos. Corroborando, Taniguchi *et al* (2001) classificam vários tipos de esquemas de *city logistics*, afirmando que os mesmos incluem uma ou mais das seguintes iniciativas: sistemas de informações avançados; sistemas de cooperação de transporte de carga; terminais logísticos públicos; uso compartilhado de veículos de carga; sistemas subterrâneos de transporte de carga, e áreas com controle de acesso.

Assim, pode-se dizer que o objetivo da *city logistics* visa à otimização global dos sistemas logísticos dentro da área urbana, considerando custos e benefícios para os setores público e privado. Embarcadores privados e transportadores de carga tentam reduzir seus custos, enquanto que o setor público tenta aliviar o congestionamento do tráfego e os problemas ambientais (RENSSELAER, 2002). Desta forma, sistemas logísticos otimizados globalmente oferecem vantagens. Para que melhor se entenda o tema dentro do ambiente logístico urbano, a Figura 1 retrata os fluxos de carga, de dinheiro e de informação do sistema de distribuição inter e intra-urbano, com seus diversos atores (companhias, autoridades, habitantes), todos influenciando e sendo influenciados pelo ambiente, padrões de uso do solo, eficiência econômica geral, bem como pelos níveis de serviços logísticos (City Freight, 2002).

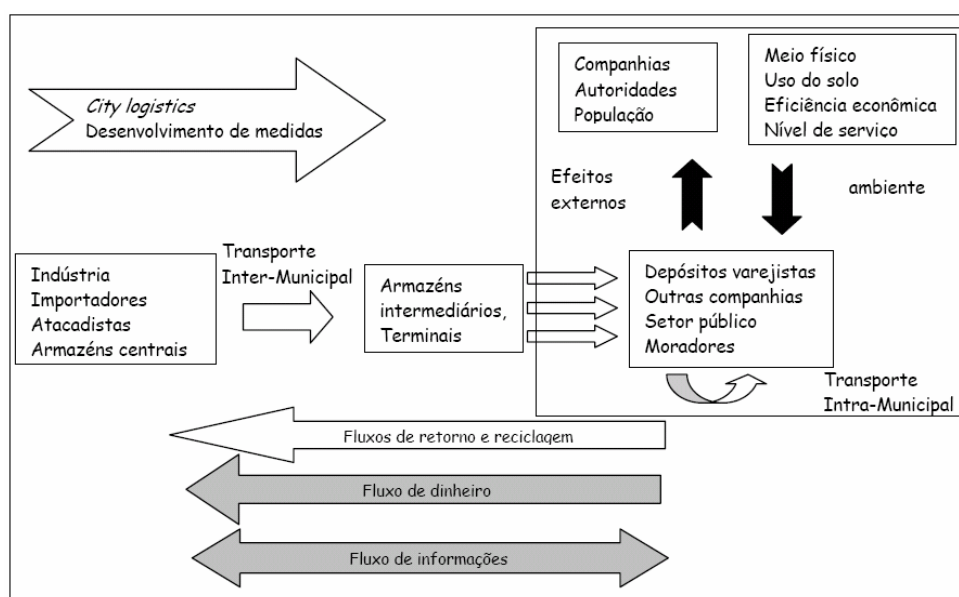


Figura 1: Distribuição inter e intra-urbana de carga
Fonte: CITY FREIGHT (2002), p. 7

Em um estudo elaborado para Budapeste por Táncoz e Bokor (2003), são apresentados os principais processos e marcos no método de elaboração para um planejamento conceitual de *city logistics*, quais sejam:

- Nível de análise da estrutura: análise econômica e tendências na logística, práticas atuais em transporte urbano de mercadorias;
- Identificação dos participantes (autoridades locais, provedores de serviços logísticos, empregadores, companhias industriais e comerciais, habitantes), compatibilizando os diversos pontos de vista e os possíveis conflitos com a implementação das medidas;

- Desenvolvimento de uma metodologia para a obtenção das informações dos fluxos de mercadorias na cidade;
- Organização da coleta de dados e, tomando por base essa estrutura, identificar o fluxo de mercadorias para locais de carregamento, rotas, períodos de tempo, frequências, volumes etc.;
- Identificação dos possíveis gargalos da cadeia de suprimentos causados, principalmente, pela escassez de infra-estrutura e de coordenação no planejamento logístico;
- Elaboração de propostas para que se consiga remover os gargalos e melhorar a efetividade do sistema logístico; e
- Disseminação dos resultados do projeto entre os grupos de interesse.

Existe uma gama enorme de possíveis aplicações desses conceitos, a qual se pode dar em maiores e menores combinações. Em um mini-curso em *city logistics*, ofertado pela *Rensselaer Polytechnic Institute* e pelo *Institute for City Logistics* (da Universidade de Quioto), alguns exemplos de projetos de *city logistics* são dados (RENSSELAER, 2002):

- A implementação de “drop-boxes”, usados pelas empresas privadas quando o receptor da mercadoria estiver ausente, evitando, assim, viagens adicionais de entrega.
- A implementação de terminais públicos (comunitários), disponíveis a todos os transportadores da região, minimizando-se, assim, o número final de entregas por grandes caminhões.
- A combinação, por parte da cooperativa de companhias de caminhões, na delegação de um parceiro neutro para fazer a entrega das mercadorias na parte central da cidade. Este transportador “neutro” coleta as mercadorias da cooperativa, entregando-as até o destino.

Resumidamente, o que se deve apreender desse tipo de projeto é que ele aumenta a lucratividade das companhias transportadoras, ao mesmo tempo em que também alcança outros objetivos que beneficiam a comunidade, de forma mais abrangente.

2.2 Modelo de Difusão de Bass

O especial foco da teoria de difusão é o processo através do qual uma inovação “é comunicada por meio de certos canais no tempo entre membros de um sistema social” (Rogers, 1983 – *apud* Wright *et al*, 1998). No marketing, essa difusão se pode dar pela influência interpessoal e pela comunicação em massa. Nesse sentido, o então conhecido Modelo de Bass é um modelo comportamental, que tenta descrever o comportamento da demanda na adesão ou aquisição de um bem (ou serviço) ao longo do tempo, classificando a demanda da seguinte forma: a) os que nunca aceitarão a inovação; b) aqueles que aceitarão a proposta de forma inovadora (ditos inovadores, p), e c) os que replicarão a idéia (chamados imitadores, q) – estes levam certo tempo para aceitar e comprar a proposta, e se baseiam na análise de comportamento dos inovadores.

As forças comportamentais dos inovadores e imitadores são assumidas na operação do sistema e exercem diferentes efeitos nas compras (adesões) iniciais. Essas forças são assumidas no modelo como p e q , respectivamente. Os imitadores são influenciados em seu tempo de resposta à adesão por pressões sociais do sistema. Essa força social é representada pela variável Y_t . Os inovadores não são influenciados por nenhuma compra de terceiros (Wright *et al*, 1998). Assim, a probabilidade de uma adesão em t , dado que nenhuma compra ainda tenha sido feita, é hipoteticamente dada por (Bass, 1969):

$$P_t = p + \left(\frac{q}{M}\right) \times Y_t \quad (1)$$

Assumindo-se que $S_t = P_t \times [M - Y_t]$, chega-se a

$$S_t = p \times M + (q - p) \times Y_t - \left(\frac{q}{M}\right) \times Y_t^2 \quad (2)$$

Onde:

p = probabilidade de adesão, associada aos inovadores

q = proporção dos imitadores

M = número total (limite) de adesões

S_t = número de adesões no ano t

Y_t = número total de adesões anteriores a t

Graficamente, seja a curva logística de adesão representada na Figura 2. Pela curva, observa-se a tendência de crescente adesão ao longo do tempo, parando-se em M (adesão limite), já que sempre existirão aqueles que nunca irão aderir ou comprar o produto. Assim, seja

$$D_t = \sum_1 Y_t \quad (3)$$

em que D_t = demanda acumulada no ano t . Tem-se

$$f_t = \frac{D_t}{M} \quad (4)$$

em que f_t representa a proporção acumulada de adesão.

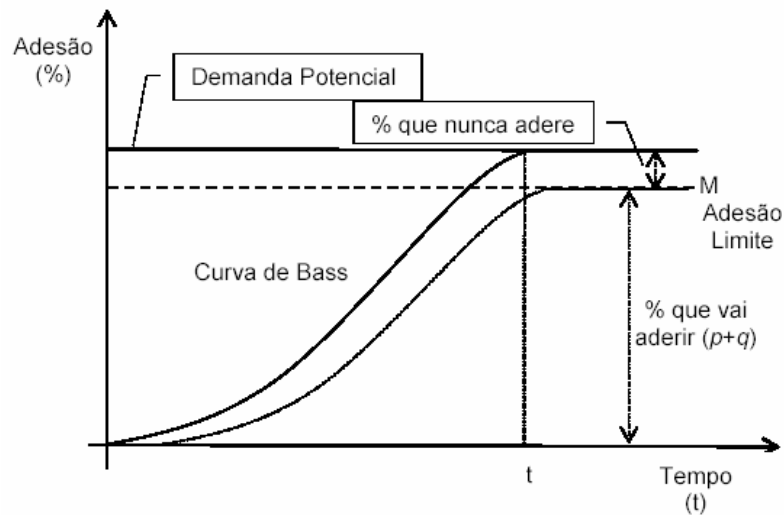


Figura 2: Curva do modelo de Bass

Fonte: Adaptado por Dutra (2004), p. 174.

3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Caracterizando a área de estudo

Florianópolis é uma cidade com menos de 400 mil habitantes, com área de 436,5 km² compreendendo área insular e pequena parte continental, apresentando altas taxas de crescimento demográfico nos últimos anos. Segundo o senso demográfico de 2000 do IBGE, à época, o município contava com 342.315 habitantes, apresentando, assim, taxa de

crescimento de 26,18% se comparado à contagem de 1996 (superior à média nacional para o mesmo período, próxima a 20%). Possui poder aquisitivo também superior à maioria dos municípios nacionais, apresentando o melhor desenvolvimento humano do país (IDH). Assim, a cidade possui um elevado índice de motorização, com uma frota de 154.039 veículos (DENATRAN, 2002), e taxa de 2,34 habitantes por veículos (elevada quando comparada aos valores encontrados em demais municípios do país). Sem dúvida, isso deixa transparecer cuidados na distribuição de atividades e usos do solo, dado aos índices de congestionamentos gerados, principalmente, na área central e nos bairros com grande atividade comercial.

Na área central, já existe o zoneamento para o tráfego de carga com a imposição de janelas de tempo, como já acontece na maioria dos municípios brasileiros. Nessas áreas, as proibições de grandes veículos se dão em dias úteis e nos horários de maior pico – geralmente, todo o horário comercial. Também se observam calçadas, onde é proibida a passagem de autos.

3.2 Caracterizando o problema

As entregas de encomendas (em sua grande maioria) são realizadas nas residências dos clientes, exigindo, desta forma, que seja necessário um grande número de viagens diárias (por parte da operadora do serviço) para que se cumpram suas atribuições diárias, mantendo-se o nível de serviço proposto. Quando a encomenda não consegue ser entregue, geram-se viagens extras até que se possa efetivá-la, o que acarreta em maiores gastos, tantos em nível operacional, quanto ambiental. Esse problema, em transportes, também é conhecido como problema da última milha (ou *last mile problem*). Com o objetivo de diminuir seus efeitos, muitas operadoras (sobretudo, estrangeiras) utilizam outras formas e tecnologias de entrega, nas quais o cliente pode ter sua encomenda em outro local previamente estabelecido. A principal vantagem desses métodos reside no fato de as entregas deixarem de ser pulverizadas, passando a concentradas (agregadas), diminuindo-se, drasticamente, o número de viagens de entregas necessárias. Maiores detalhes podem ser obtidos em Fusco *et al.* (2003), NEWLOGIX (2002), Laseter (2003), Laseter e Shapiro (2003), Punakivi (2003) e Dutra (2004).

Assim, a proposta do trabalho é a de, com o emprego dos conceitos em *city logistics*, proceder a entregas agregadas, onde o destino final da encomenda deixa de ser a residência do cliente e passa a ser um ponto central da cidade (escolhido de acordo com a demanda pelo serviço). Para a cidade em estudo, a maioria dos serviços acontece na área central, o que significa dizer que grande parte da população se desloca diariamente para esse núcleo. Assim, não seria de grande inconveniência a coleta da encomenda, por parte do cliente, na hora do almoço, por exemplo, ou mesmo antes ou após o seu turno de trabalho.

Têm-se áreas de diferentes tipos de serviços de entrega dentro do núcleo central. Trabalhou-se com seis distritos (áreas) de entregas parceladas do tipo normal e expressa simples (entrega até dois dias após postagem) que, mapeadas, permitiram associações a áreas menores, definidas pelo censo (setores censitários do IBGE), como mostrado na Figura 3, num total de 83 setores censitários (agrupados dentro dos seis distritos considerados, maiores). Assim, têm-se áreas distintas, com informações também distintas a serem compatibilizadas, de forma a apresentarem unidades similares de informações para, assim, procederem-se às demais análises. Os distritos 1, 2 e 3 representam a parte que concentra o maior número de atividades.

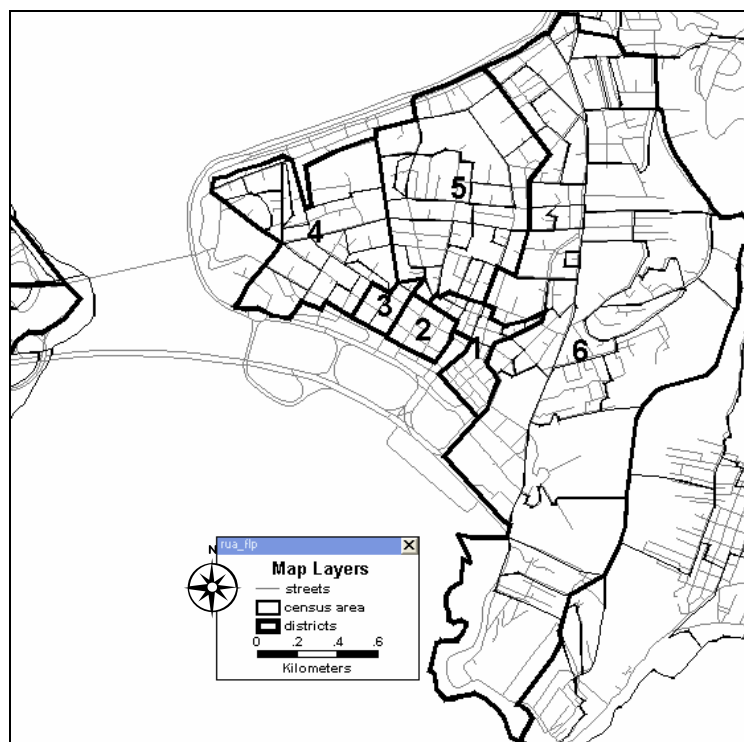


Figura 3: Delimitações dos distritos de entregas e dos setores censitários considerados

4. MÉTODO PROPOSTO, APLICAÇÃO E RESULTADOS

O método proposto se encontra dividido em duas etapas maiores. A primeira delas se refere ao cálculo de distâncias em rede para o problema de localização espacial de um ponto central, calculado por uma rotina específica (rotina 1). A segunda fase do trabalho (rotina 2) se deteve à análise econômica, verificando custos para dois cenários: o existente (cenário A), cujas entregas são feitas ponto a ponto, isto é, entrega do pacote no próprio domicílio; e o proposto (cenário B), no qual se empregou um único ponto de entrega para a mesma área, ou seja, a busca do objeto é feita pelo próprio cliente, caracterizando a entrega agregada.

Essas etapas maiores (representadas pelas rotinas) são formadas por atividades menores (metas), apresentando-se em seqüência. Os resultados da rotina 1 serão usados na rotina 2, acarretando já na apresentação de seus resultados nessa primeira parte. Adiante, são apresentadas as atividades envolvidas em casa uma das etapas.

4.1 Descrição dos dados empregados

Os dados espaciais empregados foram oriundos de diferentes fontes, o que exigiu um grande esforço na compatibilização dos mesmos. Para essa compatibilização, foram usados alguns aplicativos de GIS (*Geographic Information Systems*), os quais permitiram a leitura e a exportação das informações para outras bases de dados, em especial à do SIG-T TransCAD (da Caliper Corporation) usado na confecção de mapas temáticos e na construção de matrizes de distâncias. Esta parte do trabalho foi a que demandou mais tempo.

Resumidamente, usaram-se os dados de: malha viária digitalizada; setores censitários (do IBGE); rotas dos veículos de entregas (de encomendas), para se ter a área de cobertura de cada veículo e de acordo com o serviço ofertado, chamados, anteriormente, de “distritos” (Figura 3); endereços de destino; dados dos pacotes (quantidades por tipo de serviço, peso e

volume médios); custos com instalações, veículos e mão-de-obra. Os valores obtidos em cada um dos custos citados são valores médios considerados na área estudada.

4.1 Atividades Contidas na Rotina 1

Esta rotina trata do problema de escolha do ponto para a instalação de uma central de entregas, executando-se as seguintes atividades:

- cálculos das matrizes de distâncias entre os pontos (centróides dos setores censitários) e devidos ajustes, empregando-se o efeito da aproximação contínua, tanto para deslocamentos dentro das próprias zonas (tomadas pelos centróides), quanto para além-fronteiras (empregou-se o método desenvolvido por Drezner, 1995);
- cálculo do número de pacotes por setor através de um modelo de estimação (detalhes em Dutra, 2004), chegando-se à configuração de distribuição da Figura 4(a). Corresponde à transferência dos dados de pacotes dos distritos às unidades menores (setores censitários), tomadas por unidade-padrão;
- uso da *p-mediana* para a escolha do ponto ideal de localização da facilidade de entrega (CS – Central de Serviços), da seguinte forma (Figura 4(b)):

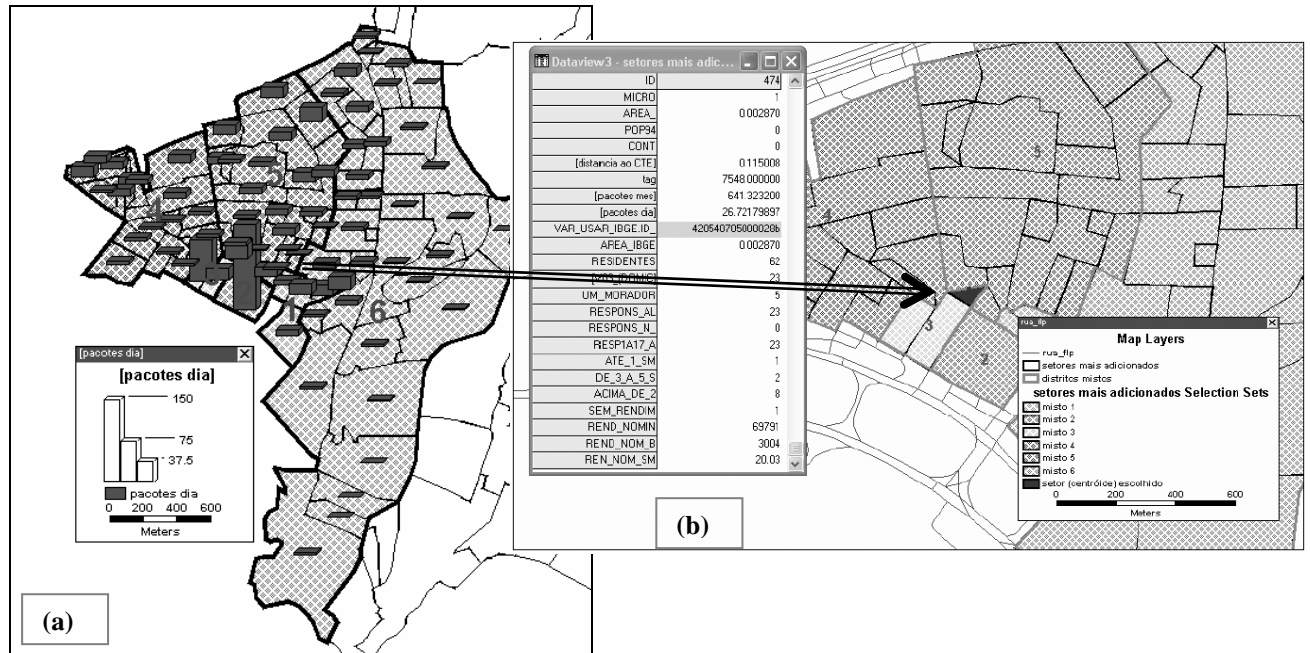


Figura 4: (a) Distribuição diária de pacotes da área central estudada; (b) Ponto escolhido

Uma vez alocadas as quantidades de pacotes nos setores, procurou-se localizar um ponto (dentro os 83 centróides considerados na área) que permitisse um menor caminho médio entre os mesmos e a CS. Esse caso reflete o problema da *p-mediana* (Christofides, 1975). Para o caso estudado, procedeu-se à busca da zona i , tal que:

$$S_i = \min \sum_{j=1}^N Q_j \times d_{j,i} \quad (05)$$

Onde:

Q_j = quantidade de pacotes da zona j ($j = 1, 2, \dots, N$);

$d_{j,i}$ = distancia entre a zona j e o centro de serviço localizado na zona i ;

N = numero de zonas.

4.2 Atividades Contidas na Rotina 2

Esta rotina faz análises econômico-financeiras para os cenários A e B propostos (atual e simulado, respectivamente). Esta rotina calcula, então, as frações de demanda com o emprego do Método de Bass, chegando-se aos custos ano a ano, de acordo com a proporção de demanda atraída, até que se tenham valores iguais de demanda, ou seja, tenha-se a adesão limite M. Aqui, sabe-se em que ano isso vai acontecer. Nesse trabalho, assumiu-se $p = 0,15$ (ou seja, adesão inicial de 15%) e $q = 0,55$ como parâmetros aos cálculos das projeções de demandas futuras. Além disso, trabalhou-se com um horizonte de 12 anos ($t = 12$). Foram feitas três simulações para ambos os cenários (A e B, respectivamente, sem e com CS):

- Simulação 1: considerou-se um fator de atração (ou admissão) “*fad*” = 1 (ou seja, 100% de adesão – cenário bastante otimista);
- Simulação 2: “*fad*” = 0,7 (ou seja, 70% de adesão – cenário medianamente otimista);
- Simulação 3: “*fad*” = 0,5 (isto é, 50% de adesão – cenário mais realista);

Para que a rotina funcione, precisa ser alimentada dos dados de demanda (número de pacotes por setor, já calculado), distâncias entre os setores (matrizes, já calculadas), código de identificação para cada setor (criado), projeção da demanda, caminhadas médias aceitáveis de percurso e, ao final, um modelo comportamental para análise da adesão da demanda (cenário B) ao longo do tempo. As três últimas atividades são citadas a seguir.

4.2.1 Projeção de Demanda

Adotou-se o valor médio de 9% a.a.. Este valor foi a média obtida com base em dados mensais dos anos de 2003 e 2004 de uma empresa operadora.

4.2.2 Comparação de percursos para distintos cenários paisagísticos

Peperna (1982), *apud* Knoflacher (2003), admitiu ser o ambiente urbano também responsável pela motivação de se fazer maiores ou menores percursos a pé. Segundo o autor, o pedestre estaria disposto a caminhar até 70% mais se a paisagem urbana for agradável quando comparado a um cenário menos agradável. Esses valores são dados em formato gráfico, em que duas curvas dão as respectivas distâncias para um ambiente menos agradável e, outra, para um mais agradável. Como ilustração, alguns dos valores encontrados nesse ábaco são reportados na Tabela 1. Para o estudo de caso, foram adotados valores da coluna I.

Tabela 1: Comparação de percursos para distintos cenários paisagísticos urbanos

Distância (m)	% da população disposta a caminhar	
	Se a paisagem urbana é atrativa (coluna I)	Se a paisagem urbana não é atrativa (coluna II)
250	0,88	0,39
500	0,30	0,07
600	0,19	0,02
800	0,08	0,00

Fonte: Peperna (1982), *apud* Knoflacher (2003).

A rotina faz a divisão modal em duas categorias: “a pé” e “outros”. Aqui, admitiu-se o modo “outros” como sendo a bicicleta e, para distâncias maiores, o transporte coletivo; adotou-se o automóvel para o caso extremo, já que é natural a migração de sistema de transporte com o aumento das distâncias.

4.2.3 Taxas e Variáveis Adotadas

Para essa segunda rotina, fez-se necessário o levantamento de diversos custos e taxas, dentre eles, custos com mão-de-obra (motorista e “carteiro”); custos com veículos (aluguel, combustível); custos com instalações (aluguel, despesas com equipamentos, impostos etc.). Também foram levantados os tempos de parada (2 min em média); velocidade média, considerando-se a quilometragem média diária; taxas de investimento (taxa básica ou taxa de oportunidade anual, já descontada a inflação de 8%) e taxas de crescimento (de 9% a.a.).

O modelo também levou em consideração a quantidade média de poluentes no ar, tomando por base os valores máximos de emissões admitidos pela legislação por categoria de veículo, chegando-se ao valor de 3,058g/km para os modelos comerciais leves.

4.5 Resultados Encontrados

Com a rotina 1, encontraram-se 0.20, 0.78 e 2.25 km para os valores de distâncias mínima, média e máxima, respectivamente, do CS (escolhido pela rotina) aos setores censitários (representados pelos centróides). O desvio padrão foi de 0.334 km.

A rotina 2 permitiu o cálculo dos custos envolvidos, a variação do custo unitário de acordo com a taxa de adesão admitida, retratando as demandas total e atraída; e um quadro-resumo dos benefícios. A Tabela 2 traz um resumo comparativo dos valores encontrados nos três cenários propostos ($fad = 0,5, 0,7$ e $1,00$), respectivamente relacionados aos resultados econômicos e aos benefícios, lembrando que A é o cenário atual e, B, o proposto, com a CS.

Tabela 2: Resumo da variação dos resultados econômicos para três cenários propostos

Custos	Fator de admissão (fad)		
	50%	70%	100%
	B-A (%)	B-A (%)	B-A (%)
veículos	-89,04	-89,04	-89,04
mão-de-obra	-46,41	-54,66	-63,19
TOTAL	-43,34	-48,01	-53,74

5. ANÁLISES E CONCLUSÕES

Pelos resultados, verificou-se que os custos com a operação dos veículos são os que mais sofreram alterações, o que já era esperado pelo fato de sua brusca diminuição de uso. Os demais custos, que têm correlação com a operação, também mostraram queda proporcional (é o caso da mão de obra do motorista, combustível, poluentes etc.). Também se verificou que o ano horizonte de igualdade das demandas variou para as distintas taxas de adesão (fad).

Pôde-se perceber que os cenários mais otimistas deram a fronteira superior da economicidade e dos possíveis benefícios a serem obtidos com o esquema proposto. A variação dos mesmos, com relação a cenários mais realísticos, irá depender da magnitude de mudanças que se queira propor.

Pelo estudo, não se percebeu uma redução apreciável do tráfego (geral), dado que apenas uma parcela foi analisada. Porém, para noção dos benefícios desses tipos de esquemas e futura extrapolação, com a presença de outras companhias, pode-se vislumbrar benefícios bem mais apreciáveis com o emprego dos esquemas de *city logistics*.

Outro aspecto interessante levantado no trabalho foi a consideração dos processos de adesão (Processo de Difusão de Bass) no comportamento da demanda (usuário), principalmente, pelo fato de que a atribuição de certos deslocamentos pode não ser totalmente compatível com o modo a pé, não sendo, assim, a caminhada proposta aceita pelo usuário.

Ainda sobre a modelagem e os dados aplicados, pode-se dizer que, dada a precariedade destes e, até pela natureza diferenciada dos serviços analisados, percebeu-se que a empreitada seria limitada. Porém, a simulação apresentada serve de estimativa aproximada, podendo, assim, ser considerada como uma diretriz metodológica em direção aos benefícios possíveis da aplicação dos conceitos de *city logistics*. Porém, para que se tenham resultados mais confiáveis, necessita-se de aprofundamento e detalhamento.

Apesar de os resultados finais apontarem sempre na direção econômica (custos, benefícios etc.), o caminho percorrido até os mesmos requereu e requer o emprego de ferramentas de análise de dados espaciais, as quais são fortíssimas aliadas no entendimento do comportamento evolutivo da demanda e da cidade. Nesse ponto, os SIGs continuarão desempenhando papel vital na análise de questões que envolvam logística e distribuição no levantamento dos dados, além, claro, da confiabilidade das bases de dados empregadas.

A implantação do conceito de *city logistics* só será interessante quando se pensar no coletivo/global, o que permitirá a análise distributiva dos benefícios positivos e negativos desse tipo de conceito. Para isso, no entanto, várias entidades interessadas terão que se mobilizar (órgãos públicos, próprias empresas de distribuição, os usuários etc.) no intuito de viabilizar as estratégias necessárias para a implementação dessas idéias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boerkamps, J.; Binsbergen, A.V. (1999). *A new approach for modelling and evaluation of urban goods distribution*. Conference on Urban Transport System. Junho de 1999, Lund, Suécia. Disponível em: <<http://www.tft.lth.se>>. Acesso em: maio de 2003.
- CALIPER Corporation © 1994-2000. *TransCAD* – Transportation GIS Software. Version 3.6, 2000.
- Christofides, N. (1975). *Graph theory: an algorithmic approach*. London: Academic Press, 1975. 400p.
- Colin, J. (2001). *The impact of e-commerce on logistics*. Session 2: E-commerce and Logistics, Joint ECD/OCDE Seminar, 5 a 6 de junho de 2002, Paris.
- Drezner, Z. (1995). *Replacing discrete demand with continuous demand* in Z.Drezner (edit). *Facility Location: a Survey of Applications and Methods*, New York: Springer-Verlag.
- Dutra, N.G. S. (2004). *O Enfoque de City Logistics na Distribuição Urbana de Encomendas*. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sintemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC.
- Fusco, G.; Tatarelli, L.; Valentini, M. P. (2003). *Last-mile, a procedure to set-up an optimized delivery scheme*. The 3rd International Conference on City Logistics. 25th - 27th June 2003, Madeira, Portugal. Transparências disponíveis em <<http://icl.kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp/FinalProgram4Madeira.html>>. Último acesso em: 04/02/2004.
- Knoflacher, H. (2003). *A new parking organisation: the key for a successful sustainable city of the future*. The 11th European Parking Congress, London; 01.10.2003 - 03.10.2003.
- Laseter, T. M.; Shapiro, R. D. (2003). eShip-4U. Harvard Business School, 9-603-076, January 7, 2003.
- Laseter, T. M.; Torres, D.; Chung, A. (2003). *Oasis in the dot-com delivery Desert*. Press Releases. Operating Strategies. Reprint No. 01303. Disponível em <<http://www.eship-4u.com/files/pdf/Oasis.pdf>>. Último acesso em: 22/02/2004.
- Nemoto, T.; Visser, J.; Yoshimoto, R. (1999) *Impacts of information and communication technology on urban logistics system*. Faculty of Commerce & Management, Hitutsubashi University, Japan. Disponível em <www1.oecd.org/cem/online/ecom01/Nemoto2.pdf>. Último acesso em: julho de 2003.
- NEWLOGIX (2002). PostExpo 2002, Intelligent pick-up solutions. Technology Workshop *The last mile war – how to use new technologies to establish market position*. Disponível em

- <http://us.cgey.com/ind_serv/industry/cprd/speech_Matthias.pdf>. Último acesso em: 02/02/2004.
 Maiores detalhes da companhia em <http://www.newlogix.de>
- Petri G.; Nielsen G. B. (2003). *Forum for city logistik*. Disponível em <www2.city-logistik.dk>. Último acesso em: julho de 2003.
- Punakivi, M. (2003). *Comparing alternative home delivery models for egrocery business*. Tese de doutorado, Department of Industrial Engineering and Management Departamento, Helsinki University of Technology, ISBN 951-22-6562-1. Finlândia. 141p. 07/06:2003. Disponível em: <<http://lib.hut.fi/Diss/2003/isbn9512265826/>>. Último acesso em: 06/02/2004.
- Ricciardi, N., Crainic, T. G.; Storchi, G. (2003). *Planning models for city logistics operations*. Journées de l'Optimization – 2003 Optimization Days. Séance TA6 - Logistique II / Logistics II. Disponível em: <<http://www.gerad.ca/jopt2003/fr/programme/session.php?id=27>> e em <http://147.163.1.5/Odysseus/Odysseus2003_file/odysseusmain_file/pdf/RicciardiCrainicStorchi.pdf>. Último acesso em: janeiro de 2004.
- Robinson, R. (2002). *Integrated and intermodal freight systems: a conceitual framework*, artigo apresentado no International Association of Maritime Economists (IAME) Conference, novembro de 2002, República do Panamá. Disponível em <http://www.eclac.cl/transporte/perfil/iame_papers/proceedings/Robinson.doc>.
- Takahashi, Y.; Hyodo, T. (1999). *A simulation study on the effect of Physical Distribution Facilities in the Tokyo Metropolitan Region*, Tokyo University of Mercantile Marine. Artigo apresentado em First International Conference on City Logistics, 12 -14 July 1999, Radisson Plaza Hotel, Cairns, Australia.
- Takahashi, Y.; Hyodo, T.; Kuse, H. (1997). *A Study on Modeling of Truck's Behavior and Policy Analysis of Transportation System Management in CBD*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, v.2, n.6, p. 1791-1802.
- Takahashi, Y.; Kuse, H.; S. P.; Castro, J. T. (1997). *A Study on the Estimation of Goods Vehicles Parking Demand and Planning of Goods Vehicles Parking Spaces Based upon Building Uses in the CBD*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, v.2 n.6, p.1813-1824.
- Tánczos, K.; Bokor, Z. 2003. *Elaborating a city-logistic conception for the case of Budapest*, "Transportation and Telecommunication in the 3rd Millenium" 10th Anniversary of the Foundation of the Faculty Transportation Sciences, Praga, May 27 -27, 2003.
- Taniguchi, E. (2002). *Underground freight transport systems as city logistics measures*. The 3rd International Symposium on Underground Freight Transportation by Capsule Pipelines and Others Tube/Tunnel Systems: Ruhr-Universität Bochum, 19-20 setembro 2002.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G.; Yamada, T. (1999). *Modelling city logistics*. In: City logistics I (E. Taniguchi and R.G. Thompson, eds.), Institute of Systems Science Research, Kyoto, pp.3-37.
- Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T.; Duin, R. van (2001). *City logistics – network modelling and intelligent transport systems*, Pergamon.
- Taniguchi, E.; Thompson, R.G.; Yamada, T. (2003). Transparências apresentadas no Congresso de City Logistics em Madeira, Portugal.

ENDEREÇO DOS AUTORES

Nadja Glheuca da Silva Dutra (nadja@det.ufc.br)

Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN

Universidade Federal do Ceará - UFC

Campus do Pici, Bloco 703, CEP: 60455-760

Antonio Galvão Naclério Novaes (novaes@deps.ufcs.br)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

Universidade Federal de Santa Catarina

Trindade, Florianópolis-SC