

**FABIANA SERRA DE ARRUDA**

**APLICAÇÃO DE UM MODELO BASEADO EM  
ATIVIDADES PARA ANÁLISE DA RELAÇÃO USO DO  
SOLO E TRANSPORTES NO CONTEXTO BRASILEIRO**

Tese apresentada à Escola de Engenharia  
de São Carlos da Universidade de São  
Paulo, como parte dos requisitos para  
obtenção do Título de Doutor em  
Engenharia Civil - Transportes.

**Orientador: Prof. Associado Antônio Néelson Rodrigues da Silva**

**São Carlos**

**2005**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

A779a Arruda, Fabiana Serra de  
Aplicação de um modelo baseado em atividades para  
análise da relação uso do solo e transportes no contexto  
brasileiro / Fabiana Serra de Arruda. -- São Carlos,  
2005.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São  
Carlos-Universidade de São Paulo, 2005.  
Área: Transportes.  
Orientador: Prof. Associado Antônio Néilson Rodrigues  
da Silva.

1. Planejamento de transportes. 2. Demanda por  
transportes. 3. Modelos baseados em atividades.  
4. Transportes e uso do solo. 5. Planejamento urbano.  
I. Título.

*Dedico este trabalho aos meus pais, Antônio e Inalva, que sempre estiveram ao meu lado em todas as situações e que me incentivaram a iniciar e a concluir mais esta etapa de minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre colocar as pessoas certas em meu caminho;

Ao meu orientador, professor Antônio Néelson Rodrigues da Silva, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa e de amadurecer tanto profissional como pessoalmente, pelas conversas, conselhos e pelo incentivo ao longo desses anos;

Ao professor Harry Timmermans, da Universidade de Eindhoven, por ter possibilitado a realização do meu estágio nessa universidade e por me proporcionar a oportunidade de compartilhar experiências com os pesquisadores de seu grupo;

Ao professor Theo Arentze, por sua ajuda imprescindível ao desenvolvimento desta pesquisa e pelo conhecimento transmitido;

Aos pesquisadores e funcionários da Universidade de Eindhoven, que me deram apoio durante os meses em que estive na Holanda: Cláudia Pelizaro, Mandy, Astrid, Aloys, Peter;

À minha avó Dalva, minhas irmãs, irmão e sobrinhos que mesmo longe me deram apoio;

À Bete, Maria Angélica e Lis, pelas palavras amigas nos momentos difíceis;

Às minhas amigas e *irmãs superpoderosas* Márcia e Marcela;

À Cira, Karenina, Deise, Vanessa, Alexandra, Fábio, Eduardo “Lobão”, Ana Furlan, Rodrigo e Karina, Renata, Simone, Dinato, Adalberto e os demais amigos e amigas do departamento de transportes;

Aos funcionários do Departamento de Transportes em especial à Heloisa, Beth e Magali, secretárias do departamento de transportes que sempre me ajudaram nos trâmites necessários;

Ao Marcelo Amâncio por ter colaborado com parte desta pesquisa;

À professora Suely Sanches, que foi e é a maior incentivadora;

Ao professor Eiji Kawamoto pelo auxílio em várias etapas desta pesquisa;

À minha sobrinha Flávia por ter me ajudado nos momentos difíceis e na impressão desta tese;

Ao meu grande amigo Manoranjan, que tive o prazer de conhecer e foi uma das pessoas que mais me ajudaram em momentos difíceis de minha vida;

Aos meus companheiros de *república* Eugenia e Jonathan, pelos momentos agradáveis que tive em Eindhoven;

Às minhas amigas Anna Carolina e Daniela.

Aos funcionários do CETEPE, em especial à Márcia;

Ao CNPq pela bolsa de doutorado no Brasil e bolsa doutorado sanduíche;

À CAPES pela bolsa de doutorado sanduíche fornecida para que grande parte desta pesquisa fosse desenvolvida;

## ***Sobre a Descoberta***

*Ninguém nos pode privar da alegria do primeiro momento de consciência, ou seja, da descoberta. Mas, se reclamamos as respectivas honras, a alegria corre grave risco de se desfazer. Porque na maior parte dos casos não somos os primeiros.*

*O que é a descoberta? E quem pode dizer que descobriu isto ou aquilo? Que grande loucura é afinal alardear prioridades nesta matéria. Porque não querer confessar abertamente o plágio é arrogância e inconsciência.*

*Há dois sentimentos que são os mais difíceis de ultrapassar: o que resulta de descobrir uma coisa que já foi descoberta e o que decorre de se não ver descoberto aquilo que se devia ter descoberto.*

*Johann Wolfgang von Goethe*

## SUMÁRIO

---

<b>RESUMO .....</b>	<b><i>i</i></b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b><i>ii</i></b>
 <b>PARTE I – FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	
 <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	 <b>1</b>
1.1 Objetivos .....	2
1.2 Relevância da Pesquisa .....	3
1.3 Estrutura do Trabalho .....	4
 <b>2. USO DO SOLO E TRANSPORTES .....</b>	 <b>5</b>
2.1 Introdução .....	5
2.2 Modelos Integrados de Transportes e Uso do Solo .....	7
2.2.1 URBANSIM .....	11
2.2.2 ILUMASS ( <i>Integrated Land-Use Modelling and Transportation System Simulation</i> ) .....	13
2.2.3 ABSOLUTE ( <i>Activity-Based System of Land Use and Transport Events</i> ) .....	14
2.3 Uso do Solo e Comportamento de Viagem .....	16
2.3.1 Densidade residencial, frequência e comprimento da viagem .....	16
2.3.2 Densidade residencial e uso do transporte público .....	17
2.3.3 Densidade de emprego .....	18
2.3.4 Desenho do bairro .....	19
2.3.5 Localização .....	19
2.3.6 Acessibilidade .....	19
2.3.7 Fatores comportamentais e características sócio-econômicas .....	20
2.4 Considerações Finais .....	22
 <b>3. MODELOS DE ATIVIDADES .....</b>	 <b>25</b>
3.1 Modelos Baseados em Atividades .....	26
3.2 Histórico .....	27
3.3 Considerações Referentes à Realização de Viagens e Atividades .....	29
3.4 Estrutura dos Modelos de Atividades .....	30
3.4.1 Modelos de atividade que utilizam a teoria da maximização da utilidade .....	31
3.4.2 Modelos de atividades baseados em restrições .....	32
3.4.3 Modelos de atividades baseados em regras lógicas .....	33
3.4.4 Modelos de atividades que utilizam técnicas de microssimulação .....	34
3.5 Dados Necessários aos Modelos de Atividades .....	34
3.5.1 Metodologias para coleta de dados .....	35
3.5.2 Especificações do diário de atividades .....	37
3.6 Considerações Finais .....	41



<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
4.1 <i>Albatross (A Learning Based Transportation Oriented Model System)</i> .....	44
4.2 Arquitetura do Sistema <i>Albatross</i> .....	46
4.3 Geração das Árvores de Decisão .....	58
4.4 Dados Requeridos pelo Modelo .....	60
4.5 Considerações Finais .....	62
<b>5. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>63</b>
5.1 Estrutura do Questionário de do Diário de Atividades .....	67
5.2 Análise Exploratória dos Dados .....	69
5.2.1 Características dos padrões de viagens e atividades .....	77
5.3 Custos Associados .....	81
5.4 Considerações Finais .....	82
<b>PARTE II - RESULTADOS</b>	
<b>6. PADRÕES DE ATIVIDADES OBSERVADOS .....</b>	<b>83</b>
6.1 Estrutura dos Dados Usados na Calibração do Modelo .....	84
6.2 Estrutura para Análise Descritiva .....	87
6.3 Resultados dos Padrões de Atividades Observados .....	89
6.4 Considerações Finais .....	99
<b>7. ÁRVORES DE DECISÃO .....</b>	<b>101</b>
7.1 Conjunto de Variáveis Explicativas .....	102
7.1.1 Variáveis relacionadas às atividades e viagens .....	102
7.1.2 Variáveis referentes ao uso do solo .....	103
7.2 Escolha do Modo de Transporte para a Atividade de Trabalho .....	105
7.3 Seleção das Atividades e <i>Com Quem</i> a Atividade será Realizada .....	108
7.4 Escolha do Horário de Início das Atividades e Decisões de Encadeamento das Viagens .....	111
7.5 Escolha do Modo de Transporte para cada Encadeamento de Viagem e da Localização da Realização da Viagem .....	117
7.6 Considerações Finais .....	125
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>127</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>146</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 2.1:</b> Ciclo de realimentação transportes e uso do solo .....	6
<b>Figura 2.2:</b> Evolução da modelagem de transportes e uso do solo .....	8
<b>Figura 2.3:</b> Distribuição geográfica dos modelos integrados de transportes e uso do solo .....	9
<b>Figura 2.4:</b> Distribuição dos modelos na matriz evolutiva de Wegener e Fürst .....	12
<b>Figura 3.1:</b> Prisma espaço-tempo .....	28
<b>Figura 4.1:</b> Arquitetura do Sistema .....	46
<b>Figura 4.2:</b> Etapas de geração dos padrões de atividades fixas .....	55
<b>Figura 4.3:</b> Processo de previsão da localização das atividades fixas e flexíveis .....	56
<b>Figura 4.4:</b> Processo de programação das atividades flexíveis .....	57
<b>Figura 5.1:</b> Distribuição geográfica dos 2000 domicílios selecionados para distribuição dos diários de atividades .....	65
<b>Figura 5.2:</b> Área coberta na coleta de dados .....	66
<b>Figura 5.3:</b> Distribuição geográfica dos domicílios da amostra .....	67
<b>Figura 5.4:</b> Exemplo da página principal do diário de atividades aplicado em São Carlos .....	68
<b>Figura 5.5:</b> Distribuição da faixa etária na amostra avaliada .....	71
<b>Figura 5.6:</b> Grau de instrução da amostra avaliada .....	72
<b>Figura 5.7:</b> Ocupação principal dos indivíduos na amostra .....	73
<b>Figura 5.8:</b> Posição no domicílio na amostra avaliada .....	75
<b>Figura 5.9:</b> Faixa de renda domiciliar .....	75
<b>Figura 5.10:</b> Porcentagem do número de automóveis na amostra avaliada .....	76
<b>Figura 5.11:</b> Porcentagem de utilização de cada modo de transporte na amostra avaliada .....	78
<b>Figura 5.12:</b> Porcentagem de viagens na amostra por faixas de distância .....	78

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

