

VANESSA MELONI MASSARA

**A DINÂMICA URBANA NA OTIMIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA
PARA O GÁS NATURAL**

Tese apresentada ao Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica / Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física) para a obtenção do título de Doutor em Energia.

São Paulo
2007

VANESSA MELONI MASSARA

**A DINÂMICA URBANA NA OTIMIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA
PARA O GÁS NATURAL**

Tese apresentada ao Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica / Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física) para a obtenção do título de Doutor em Energia.

Orientador:
Prof. Murilo Tadeu Werneck Fagá

São Paulo
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Massara, Vanessa Meloni

A Dinâmica Urbana na Otimização da Infra-Estrutura para o Gás Natural / Vanessa Meloni Massara; orientador Murilo Tadeu Werneck Fagá. – São Paulo, 2007.
250p. il.; 30cm.

Tese (Doutorado – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1.Gás Natural 2.Infra-Estrutura 3. Desenvolvimento Urbano 4.Energia I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP – FEA – IEE - IF

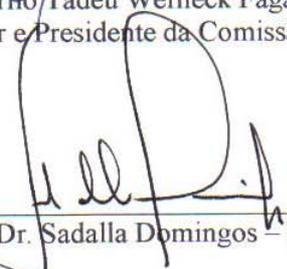
VANESSA MELONI MASSARA

“A Dinâmica Urbana na Otimização da Infra-Estrutura para o Gás Natural”

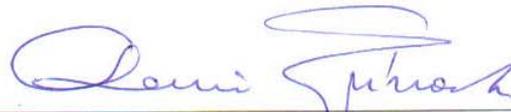
Tese defendida e aprovada em 18/10/2007 pela Comissão Julgadora:



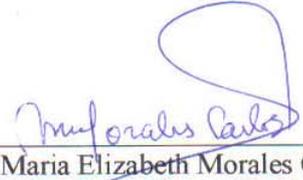
Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá – PIPGE/USP
Orientador e Presidente da Comissão Julgadora



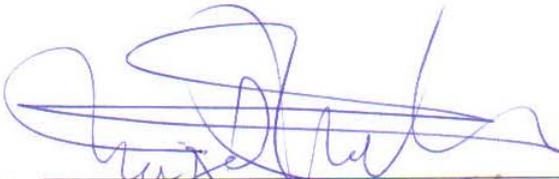
Prof. Dr. Sadalla Domingos – EP/USP



Prof. Dr. Lúcio Grinover – FAU/USP



Profª Drª Maria Elizabeth Morales Carlos – INT/RJ



Dr. Miguel Edgar Morales Udaeta – Professor Colaborador - PIPGE/USP

Para minha mãe, Maria da Glória,
e para meu pai, Walter.

AGRADECIMENTOS

À Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, à Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás – PRH-ANP/MCT.

Ao Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia (PIPGE), o incentivo ao aprendizado e também por aceitar meu projeto de tese.

Ao Prof. Murilo Tadeu Werneck Fagá, Orientador desta tese, por aceitar de imediato a proposta de trabalho e em todos os momentos com sabedoria, atenção, paciência e amizade, acompanhar, orientar e expandir seu desenvolvimento.

Ao Prof. Miguel Edgar Morales Udaeta, por acompanhar o progresso do tema e em particular como Colaborador, pela atenção, amizade e incansável debate sobre o protótipo do modelo e pela minha inclusão no Projeto PIR, desenvolvido sob sua Coordenação no IEE/EPUSP.

Aos Professores Lúcio Grinover, Sadalla Domingos, Patricia Helena Lara dos Santos Matai, Maria Elizabeth Morales Carlos, Ricardo Frota de Albuquerque Maranhão e Cláudio Antônio Scarpinella.

Ao Prof. Roberto Zilles, coordenador do PIPGE/USP, a apresentação das diretrizes do Programa de Pós Graduação em Energia.

Ao Prof. Edmilson Moutinho dos Santos, por incitar o raciocínio através dos debates nas aulas de Petróleo e Economia, disciplinas imprescindíveis para este estudo.

Ao Prof. Witold Zmitrowicz, pela supervisão no estágio docência junto a Engenharia Ambiental na Escola Politécnica.

À todos os Professores das disciplinas e seminários cursados.

Ao Prof. André Luiz de Lima Reda e ao Prof. Eleno de Paula Rodrigues, do Instituto Mauá de Tecnologia.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP através do Projeto Nº 03/06441-7 (IEE/EP), “Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável”, que permitiu a utilização do Programa Decision Lens.

À ANP, CIESP e COMGÁS pelo fornecimento de dados específicos.

À todos os colegas do PIPGE, do PRH-04/ANP e do Grupo PIR e em especial ao Hêlvio Rech, Mário César Ramos e Marcelo Costa Almeida, companheiros de trabalho, sempre dispostos a ajudar.

Ao apoio administrativo sempre prestativo e paciente da Rosa S. Tarábola, Adriana F. Pelege, Vilma Bortoleto, Adaljisa F. Paixão, Daniele C. Lima (PRH-04/ANP), Rosângela Oliveira e Júlio C. Theodoro.

Ao Pessoal da biblioteca do IEE, Poli Central, FEA, FFLCH-Geografia/ História e FAU e em especial ao pessoal da Poli-Produção e do IME.

Ao Pessoal da manutenção de computadores e da editoração gráfica do IEE, pela elaboração dos posters e material de evento e ao Pessoal da tesouraria pela atenção com a bolsa de estudos.

RESUMO

MASSARA, V.M. **A Dinâmica Urbana na Otimização da Infra-Estrutura para o Gás Natural**. 2007. Tese de doutorado – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

Na tomada de decisão, para construção e ampliação das redes de infra-estrutura, diferentes fatores devem ser considerados para a priorização do atendimento a áreas que constituirão um mercado consumidor potencial para o serviço em questão. Neste trabalho, propõe-se a análise conjunta de aspectos sociais, técnicos e econômicos associados ao processo de ocupação dos grandes centros urbanos, como base para verificação de estimativas de mercado, custos e técnicas mais apropriadas para a ampliação da infra-estrutura de distribuição canalizada de gás natural. Como base ao estudo proposto, sugere-se a criação de um modelo, que integre a compreensão da dinâmica urbana às estratégias de expansão da rede de distribuição de gás, caracterizando as possibilidades de consumo em faixas de atratividade. A metodologia desenvolve-se através da organização de 4 sistemas de informações: aspectos de qualidade de vida, planejamento urbano, projeções de demanda por estratificação em tipos de uso do solo e características da obra civil. Relacionando dados sociais ao consumo estimado por tipo de ocupação do solo às características de ramificação da rede, a metodologia permite classificar cada área que compõe uma cidade segundo a viabilidade (atratividade) de implantação da rede de distribuição de gás e os locais com potencial de adensamento da rede já existente. Para verificação da coerência metodológica, seleciona-se como estudos de caso os Municípios de São Paulo, São Caetano do Sul e oito municípios da Região Administrativa de Araçatuba. Como conclusão, apresenta-se o ranking de atratividade a implantação do gás canalizado nessas cidades através da modelagem baseada na dinâmica urbana, a fim de apontar as possibilidades do gás natural, substituir outras formas de energia final nos usos urbanos, além de apresentar diretrizes tecnológicas para os Planos Diretores das cidades, visando à incorporação sustentável dessa infra-estrutura. Os resultados obtidos são coerentes à real expansão do serviço, demonstrando ser o modelo, uma ferramenta de bom grau de precisão, fácil compreensão e utilização como auxiliar no processo de tomada de decisão sobre a expansão e adensamento da rede canalizada de gás natural nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: gás natural, infra-estrutura, desenvolvimento urbano, energia.

ABSTRACT

MASSARA, V.M. **Urban Dynamics in the natural gas infrastructure optimization**, 2007. D.Sc. (Thesis). Program of Post-Graduation in Energy, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

In the decision-making process for the construction and expansion of natural gas infrastructure, different factors must be considered to prioritize areas with high market potential for the given service. The aim of this work is to propose a systemic analysis of social, technical and economics profile relating to the development process of the great urban areas for assessing the market esteems, the costs and the most appropriate techniques for expanding the natural gas distribution infrastructure. In this work, an analytical methodology that integrates the understanding of the urban dynamics to the strategies of expansion in the natural gas distribution network is considered, characterizing gas consumption possibilities on attractiveness groups. The methodology is developed by gathering four information systems: life quality, urban plan, gas consumption projections by land use stratification and network system (civil engineering work). By relating the gas consumption estimated by each type of land occupation and the cost for expanding the gas distribution network, the model will indicate, for each neighborhood, the viability of implementing a gas network as well as the places with potential for growing density in the existing gas distribution system. For the methodological coherence analysis, the cities of São Paulo, São Caetano do Sul and eight cities of Araçatuba Administrative Area, are selected. As conclusion, the attractiveness ranking for the natural gas expansion are presented through the urban dynamics concept, showing the possibilities of the natural gas as an energy end use option in the urban services, beyond presenting technologies guidelines for the Urban Plans and the sustainable gas infrastructure incorporation in the cities. The results from the model use are satisfactory to the real natural gas service expansion. It has been demonstrated that the model proved to be a good tool with a reasonable precision degree, being easily understood and functioning as an auxiliary in the decision-making process for the natural gas expansion infrastructure in the Brazilian cities.

Key-words: natural gas, infrastructure, urban development, energy.

LISTA DE FIGURAS (incluindo fotos)

	Pág.
Figura 1 - A análise da rede canalizada de gás natural	21
Figura 1.1 - As 3 áreas de concessão do Estado de São Paulo	26
Figura 1.2 (a) - Comércio que usa GLP mesmo conectado a rede GN	35
Figura 1.2.(b) - Sinalização na guia da calçada. (existência da rede)	35
Figura 1.3 (a) - Abertura de vala no MND	37
Figura 1.3. (b) - Vala posicionada em esquina	37
Figura 1.4 - Perfuratriz rotativa e abertura do furo piloto	37
Figura 1.5. (a) - Bobina de Polietileno	38
Figura 1.5. (b) - Introdução do duto no método MND	38
Figura 1.6 - Corte longitudinal do processo de MND	39
Figura 1.7- Abertura de valas utilizando dutos de aço	41
Figura 1.8 - Solda em tubo de aço	41
Figura 1.9 - Exemplo de interferência com a rede de Gás – Rua Itapeva, SP	42
Figura 1.10 - A “confusão” de redes no subsolo paulistano	42
Figura 1.11 - <i>O pipe locator</i>	42
Figura 1.12 – O Geo Radar	42
Figura 2.1 (a) - Região Administrativa de Araçatuba	60
Figura 2.1. (b) - Região Metropolitana de São Paulo	60
Figura 2.2 - A arquitetura do modelo	67
Figura 3.1 - Método de Agrupamento Principal: Os 28 Parâmetros por Sistemas de Informação	71
Figura 3.2 - Método de Agrupamento Secundário: Os 28 Parâmetros por Categorias de Ocupação do Solo	71
Figura 3.3 - Exemplo de leitura da codificação do CNAE adaptada ao modelo	93
Figura 3.4 - Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Residencial	94
Figura 3.5 - Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Comércio	95
Figura 3.6 - Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Serviços	96
Figura 3.7 - Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo	

CNAE – Uso Industrial	97
Figura 3.8 - As 2 opções para cálculo do adensamento conforme a estratificação escolhida	98
Figura 3.9 - Exemplo hipotético do conceito de “distância” usado no modelo	100
Figura 3.10 - Exemplo de mapa para determinação do somatório de extensão das vias	101
Figura 3.11 - Exemplo de mapeamento simples indicando ruas e artérias principais	102
Figura 3.12 - Vista aérea da cidade (São Caetano do Sul)	107
Figura 3.13 - Vista de cima da implantação da rede de gás natural no bairro Santa Paula (São Caetano do Sul)	107
Figura 3.14 (a)- Indicativos de segurança da concessionária para a rede de maior pressão no Centro da Cidade	108
Figura 3.14 (b)- Indicativos de segurança da concessionária para a rede de maior pressão no Centro da Cidade	108
Figura 3.15 - Vila Olímpia (Itaim Bibi – São Paulo)	111
Figura 3.16 – Ipiranga (São Paulo)	111
Figura 3.17 - Campo Grande (São Paulo)	112
Figura 3.18 - CDHU, Cidade Tiradentes (São Paulo)	112
Figura 3.19. Brasilândia (São Paulo)	112
Figura 3.20 - Vista Aérea de Araçatuba	117
Figura 3.21 - A Cidade de Birigüi	117
Figura 3.22 - Vista Aérea de Ilha Solteira	118
Figura 3.23 - O centro da cidade de Guararapes	118
Figura 3.24 - Vista Aérea de Andradina	118
Figura 3.25- A cidade de Mirandópolis	119
Figura 3.26 - Vista Aérea de Pereira Barreto	119
Figura 3.27 - Vista Aérea de Penápolis	119
Figura 4.1 - A estrutura AHP	123
Figura 4.2 - A árvore de hierarquia gerada pelo Decision Lens.Exemplo: Parâmetros por sistemas	124
Figura 5.1 - Tela de Instalação do Software com base em Aplicativo do Office	154
Figura 5.2 - Tela para Cadastro da Célula de Estudo	156
Figura 5.3 - A tela para inserção de valores no Sistema Qualidade de Vida	157
Figura 5.4 - A tela para inserção de valores no Sistema Planejamento Urbano	158
Figura 5.5 - A tela para inserção de valores no Sistema Projeção de Consumo de GN – Nível de Estratificação 2 para o Uso Comércio	160

Figura 5.6 - Exemplo da Inserção de Valores no Nível 5 de Estratificação para o Uso Comércio	162
Figura 5.7 - A tela para inserção de valores no Sistema Obra Civil	163
Figura 5.8 - Tela para conversão dos bancos de dados em sistemas de informação para o cálculo do Índice de Atratividade à expansão da rede de GN	165
Figura 5.9 - Tela para desempate do ranking de atratividade à expansão da rede de GN	169
Figura 5.10 – Localização dos bairros utilizados para os testes do modelo – Município de São Caetano do Sul	170
Figura 5.11(a),(b), (c) – Localização dos distritos utilizados para os testes do modelo – Município de São Paulo	171
Figura 5.12 - Localização dos municípios utilizados para os testes do modelo – Região Administrativa de Araçatuba.	172
Figura 5.13. Tela para conversão dos bancos de dados em sistemas de informação para o cálculo do Índice de Atratividade à expansão da rede de GN	188
Figura 5.14 - Tela para a determinação do Retorno Simples através da relação entre volume consumido e faixas tarifárias por uso do solo	196
Figura 5.15 - Simulação da Tela Resultado	198
Figura 6.1 - Resumo do Índice de Atratividade – São Caetano do Sul	203
Figura 6.2 - Índice de Atratividade – Distritos com 15% de Rede Implantada (São Paulo)	205
Figura 6.3 - Índice de Atratividade – Distritos com 30% de Rede Implantada (São Paulo)	207
Figura 6.4 - Índice de Atratividade – Distritos sem rede (São Paulo)	209
Figura 6.5 - Resumo do Índice de Atratividade – RA Araçatuba	211
Figura 6.6 - As “zonas” de cobertura da rede canalizada de gás natural no Município de São Paulo	214

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Substituição por gás natural nos usos urbanos	34
Tabela 1.2 - Vantagens e desvantagens do MND	39
Tabela 2.1 - Escala de Valores AHP para comparação pareada	65
Tabela 3.1 - Parâmetros que caracterizam “Qualidade de Vida” na proposta para análise da rede de Gás Natural na modelagem proposta	74
Tabela 3.2 - Parâmetros que caracterizam “Planejamento Urbano” na proposta para análise da rede de Gás Natural	80
Tabela 3.3 - A divisão quantitativa do Parâmetro Uso do Solo	82
Tabela 3.4 - Parâmetros que caracterizam “Projeção de Consumo” na proposta para análise da rede de Gás Natural	89
Tabela 3.5 - Parâmetros que caracterizam “Projeção de Consumo” na proposta para análise da rede de Gás Natural	99
Tabela 3.6 - Exemplo da diferença entre os conceitos “Uso do Solo”, “Número de Estabelecimentos” e “Densidade Construída”	105
Tabela 3.7 - Exemplo dos conceitos “Renda Familiar”, “Densidade Demográfica” e “Densidade Construída” como auxiliares da caracterização do parâmetro “Uso do Solo”	105
Tabela 3.8 - Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Zoneamento”, “Número de Lançamentos Imobiliários” e “Desenvolvimento Urbano”	106
Tabela 3.9 - Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Índice de Exclusão Social” e “Índice de Desenvolvimento Humano”	106
Tabela 3.10 - Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Índice de Exclusão Social”, “Atendimento por Rede de Água” e “Atendimento por Coleta de Esgotos”	106
Tabela 3.11 - Resumo das características dos parâmetros	109
Tabela 3.12 - Resumo das características dos parâmetros	113
Tabela 3.13 - Resumo das características dos parâmetros	114
Tabela 3.14 - Resumo das características dos parâmetros	115
Tabela 3.15 - Resumo das características dos parâmetros	120
Tabela 4.1 - Escala de Valores AHP para comparação pareada adaptada à análise do gás natural	121
Tabela 4.2 - Resumo das combinações necessárias para cada cálculo da influência	142

Tabela 4.3. Resumo da Influência nas 10 Combinações Específicas	145
Tabela 5.1 - Adaptação da escala AHP ao estudo do gás natural	152
Tabela 5.2 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Caetano do Sul)	173
Tabela 5.3 - Teste de Cálculo dos Rankings de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Caetano do Sul)	174
Tabela 5.4 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Paulo – Distritos com 30% de Rede já implantada)	177
Tabela 5.5 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Paulo – Distritos com 30% de Rede já implantada)	178
Tabela 5.6 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Paulo – Distritos com 15% de Rede já implantada)	180
Tabela 5.7 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Paulo – Distritos com 15% de Rede já implantada)	181
Tabela 5.8 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Paulo – Distritos sem Rede)	182
Tabela 5.9 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Paulo – Distritos sem Rede)	183
Tabela 5.10 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices– Região Administrativa de Araçatuba)	185
Tabela 5.11 - Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – Região Administrativa de Araçatuba)	185
Tabela 5.12 - Teste para o Índice de Adensamento e validação pelo Programa Decision Lens. (Índice para 10 bairros de São Caetano do Sul)	190

Tabela 5. 13 - Teste para o Índice de Adensamento e validação pelo Programa Decision Lens. (Ranking para 10 bairros de São Caetano) do Sul	190
Tabela 5. 14 - Exemplo de cálculo do Índice de Adensamento por Volume em uma unidade residencial- São Caetano do Sul	194
Tabela 5. 15 - Exemplo de cálculo do Índice de Adensamento por Volume em um empreendimento imobiliário – Distrito do Morumbi	197
Tabela 5.16 - Exemplo de cálculo da Receita Bruta	197
Tabela 6.1 - Critério de desempate	200
Anexo 1 - Atribuição de pesos para o Município de São Caetano do Sul	233
Anexo 2 - Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 1 – 30% de rede já implantada	234
Anexo 3 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	235
Anexo 4 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	236
Anexo 5 - Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 2 – 15% de rede já implantada	237
Anexo 6 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	238
Anexo 7 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	239
Anexo 8 - Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 3 – distritos sem rede	240
Anexo 9 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	241
Anexo 10 - Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3)	242
Anexo 11 - Atribuição de pesos para os 8 Municípios da Região Administrativa de	

Araçatuba	243
Anexo 12 - Volumes consumidos em um edifício residencial de Município de São Caetano do Sul ainda não conectado a rede de gás natural (visando adensamento e cálculo da cobrança tarifária)	244
Anexo 13 - Desempate dos bairros de São Caetano do Sul, utilizado nas figuras 6.1 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i)	246
Anexo 14 - Desempate dos distritos de São Paulo (caso 1), utilizado nas figuras 6.2 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i)	247
Anexo 15 - Desempate dos distritos de São Paulo (caso 2), utilizado nas figuras 6.3 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i)	248
Anexo 16 - Desempate dos distritos de São Paulo (caso 3), utilizado nas figuras 6.4 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i)	249
Anexo 17 - Desempate dos Municípios da Região Administrativa de Araçatuba, utilizado nas figuras 6.5 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i) e (j)	250

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 - Histórico COMGAS de 1998 a 2006 – assentamento em quilômetros	45
Gráfico 4.1 - Influência Conjunta dos Parâmetros – São Caetano do Sul (em %)	129
Gráfico 4.2 (a)- Influência Conjunta dos Parâmetros – São Paulo (em %) Caso 1	131
Gráfico 4.2 (b)- Influência Conjunta dos Parâmetros – São Paulo (em %) Caso 2	133
Gráfico 4.2 (c)- Influência Conjunta dos Parâmetros – São Paulo (em %) Caso 3	135
Gráfico 4.3- Influência Conjunta dos Parâmetros – Região Administrativa de Araçatuba (em %)	137

LISTA DE SIGLAS (modelagem)

AAA	Atendimento por Rede de Abastecimento de Água
ACE	Atendimento por Rede de Esgoto
AGRO	Agropecuário
AIP	Atendimento por Rede de Iluminação Pública
COM	Comércio
DC res	Densidade Construída Residencial
DC com	Densidade Construída Comercial

DC serv	Densidade Construída Serviços
DC ind	Densidade Construída Industrial
DD	Densidade Demográfica
DU	Desenvolvimento Urbano
D	Distância da área já servida da área à servir (rede de distribuição sem ramificação)
E	Extensão da(s) Via(s) à servir (ramificação)
E com	Número de Estabelecimentos Comerciais (estratificação comercial)
E ind	Número de Instalações Industriais (estratificação industrial)
E res	Número de Domicílios (estratificação residencial)
E serv	Número de Estabelecimentos de prestação de serviços (estratificação serviços)
GN	Gás Natural
IND	Industrial
IPC (GN)	Índice de Atratividade para indicadores de Projeção de Consumo de GN
IPU	Índice de Atratividade para indicadores de Planejamento Urbano
IQV	Índice de Atratividade para indicadores de Qualidade de Vida
ISC	Índice de Atratividade para indicadores do Sistema Canalizado
IA	Índice de Atratividade para a ocupação agropecuária
IA res	Índice de Adensamento residencial
IA com	Índice de Adensamento comercial
IA serv	Índice de Adensamento prestação de serviços
IA ind	Índice de Adensamento industrial
IAG	Índice de Adensamento Geral
IC	Índice de Atratividade para a ocupação comercial
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano por distritos (ou bairros) do Município
IEX	Índice de Exclusão social
IG	Índice de Atratividade Geral
II	Índice de Atratividade para a ocupação industrial
IR	Índice de Atratividade para a ocupação residencial
IS	Índice de Atratividade para a ocupação prestação de serviços
LI res	Número de Lançamentos Imobiliários Residenciais
LI serv	Número de Lançamentos Imobiliários de Serviços
MND	Método não Destrutivo

OC	Obra Civil (sistema canalizado)
PC (GN)	Projeção de Consumo (de Gás Natural)
PU	Planejamento Urbano
QV	Qualidade de Vida
RB	Receita Bruta
RES	Residencial
RF	Renda Familiar
SC	Sistema Canalizado
SERV	Prestação de Serviços
SI1	Sistema de Informações 1 (Qualidade de Vida)
SI2	Sistema de Informações 2 (Planejamento Urbano)
SI3	Sistema de Informações 3 (Projeção de Consumo de Gás Natural)
SI4	Sistema de Informações 4 (Sistema Canalizado/Obra Civil)
T	Incidência de Vias de Grande Tráfego
Tf	Tarifa fixa
Tv	Tarifa móvel
TU	Taxa de Urbanização
US agro	Uso do Solo Agropecuário
US com	Uso do Solo Comercial
US ind	Uso do Solo Industrial
US res	Uso do Solo Residencial
US serv	Uso do Solo Serviços
Z	Zoneamento

LISTA DE SIGLAS (órgãos de pesquisa)

ABRATT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA
ANP	AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
BNDES	BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
CIESP	CONFEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

CSPE	COMISSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA
EMBRAESP	EMPRESA BRASILEIRA DE STUDOS DE PATRIMÔNIO
EMPLASA	EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO
FIESP	FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO
GRAPOHAB	GRUPO DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DE PROJETOS HABITACIONAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IPEA	INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA
ISTT	INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
PMSCS	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO CAETANO DO SUL
PMSP	PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
PRODAM	DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO DE DADOS - SP
RAA	REGIÃO ADMINISTRATIVA DE ARAÇATUBA
SEADE	FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS
SEMPLA	SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO
SMIEU	SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRA-ESTRUTURA URBANA

LISTA DE SIGLAS (outros)

AHP	Analytic Hierarch Process (método de análise hierárquica)
CNAE	Cadastro Nacional de Atividades Econômicas
COE	Código de Obras e Edificações
ERP	Estação Redutora de Pressão
GASBOL	Gasoduto Brasil - Bolívia
HDD	Perfuração Direcional do Método não Destrutivo
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MND	Método não Destrutivo
PEAD	Polietileno de Alta Densidade (material dos dutos)
PEAP	Pesquisa da Atividade Econômica Paulista
PIR	Planejamento Integrado de Recursos
RETAP	Rede de Alta Pressão
TPCL	Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza

Sumário

Resumo

Abstract

Introdução **20**

Objetivos gerais e específicos

Tese e hipóteses

Descrição da abordagem dos capítulos

1. O gás natural nos usos urbanos, características de implantação da rede, modelos de prospecção de mercado e fatores intervenientes para a inserção da rede **24**

1.1. Crescimento e expansão das redes de distribuição no Estado de São Paulo 25

1.1.1. O conceito de rede de distribuição 27

1.2. Usos Urbanos do gás natural 29

1.3. O avanço tecnológico da obra civil para as redes de distribuição 36

1.3.1. O método não destrutivo 36

1.3.2. Evolução do material dos tubos 40

1.3.3. O geoprocessamento e os conflitos com outras redes subterrâneas 41

1.4. O papel da administração pública na implantação de infra-estrutura em centros urbanos consolidados, o exemplo do Município de São Paulo 43

1.5. O caso da implantação e renovação da rede de gás natural no Município de São Paulo 44

1.6. Modelos para determinação da expansão da rede de distribuição de gás natural baseados em geotecnologias e bancos de dados 46

1.7. Indicadores urbanos e a dinâmica das cidades na Implantação das Infra-Estruturas: O Caso do Gás Natural 48

1.7.1. Atratividade à implantação e expansão de serviços em rede 49

1.7.2. Adensamento da rede já implantada 51

2. Metodologia para análise da expansão da rede canalizada de gás natural **53**

2.1. Organização dos fatores de influência – os “parâmetros” 54

2.2. Coleta de dados para composição dos agrupamentos de parâmetros 56

2.3. Seleção das áreas de estudo 59

2.4. Influência dos parâmetros e o método de análise hierárquica como ferramenta auxiliar da tomada de decisão	63
2.5. O Protótipo de software como ferramenta auxiliar na tomada de decisão	66
3. A Dinâmica Urbana na análise da rede de distribuição do gás natural	70
3.1. Indicadores de qualidade de vida	74
3.1.1 Índice de desenvolvimento humano	75
3.1.2. Índice de exclusão social	76
3.1.3. Atendimento das redes de infra-estrutura “prioritárias”	79
3.2. Indicadores de planejamento urbano	80
3.2.1. Uso do solo	81
3.2.2. Zoneamento	83
3.2.3. Desenvolvimento urbano	84
3.2.4. Mercado imobiliário e código de obras na intensificação do uso de gás natural	85
3.2.5. Taxa de urbanização	87
3.3. Projeção do consumo de gás natural usando estratificação de usos do solo	89
3.3.1. Densidade demográfica	90
3.3.2. Renda mensal média predominante na área de estudo	91
3.3.3. Estratificação de usos	92
3.4. Sistema Canalizado – Obra Civil	99
3.4.3. Distância euclidiana (para a rede de distribuição)	100
3.4.2. Extensão das vias (para ramificações)	101
3.4.3. Porcentagem de vias de tráfego com grande importância	101
3.4.4. Densidade construída	102
3.5. Considerações finais sobre os parâmetros	104
3.6. A Dinâmica urbana da Cidade de São Caetano do Sul	107
3.7. A Dinâmica urbana da Cidade de São Paulo	110
3.8. A Dinâmica urbana da Região Administrativa de Araçatuba	116
4. Determinação da influência dos parâmetros na implantação e expansão da rede de Gás Natural	121
4.1. A priorização dos parâmetros através da análise hierárquica	121
4.2. A estrutura do programa Decision Lens para a análise da importância dos parâmetros na implantação do gás natural	123

4.3. Determinação dos graus de influência para três estudos de caso	126
4.3.1. Influência simultânea de todos os parâmetros	127
4.3.2. Influência de combinações específicas – 10 relações “contraditórias”	138
4.4. Considerações sobre a interpretação dos resultados oriundos do programa Decision Lens	146
5. Modelagem de protótipo de software para avaliação da implantação, da expansão e do adensamento da rede de gás natural canalizada usando indicadores urbanos	149
5.1. A concepção do modelo	149
5.2. Arquitetura sistêmica da modelagem e do protótipo	154
5.2.1. A inserção das células de estudo	155
5.2.2. A inserção dos valores e a composição dos bancos de dados	156
5.2.3. A determinação do Índice de atratividade e o ranking das células de estudo	164
5.2.4. Testes para os índices	170
5.2.5. A determinação do Índice de adensamento	186
5.2.6. A determinação da Receita Bruta	195
5.3. Considerações sobre a coerência do protótipo	198
6. Análise de Resultados e Conclusão	200
6.1. A utilização do protótipo nos estudos de caso	200
6.2. A dinâmica urbana	212
6.3. Aprimoramento do modelo	212
6.4. Conclusões	213
7. Bibliografia	216
8. Anexo	231

INTRODUÇÃO

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Desenvolver metodologia que permita analisar e orientar a implantação, a expansão e o adensamento da rede de gás natural canalizado.

Por implantação, entende-se a fase onde inexistente a rede; por expansão, a fase onde existe rede mas sem cobertura total do bairro ou distrito e por adensamento, a fase onde a área é totalmente servida, mas pode aproveitar melhor a rede já instalada.

Objetivos Específicos

- Avaliar a influência conjunta de parâmetros sociais, técnicos e econômicos na tomada de decisão para investimentos em infra-estrutura nas empresas privadas, considerando em especial os estudos de caso;
- Desenvolver um modelo para prospecção de mercados de gás natural de fácil utilização baseado no conceito de dinâmica urbana;
- Servir como instrumento de referência para a otimização de estudos sobre a expansão da rede de distribuição do GN em usos industriais, comerciais, serviços e residenciais, envolvendo aspectos usuais como custos e demanda e outros, como o planejamento urbano e a qualidade de vida;
- Através da junção de aspectos de consumo e custo da infra-estrutura, planejamento e qualidade de vida, abordar não somente a ótica das concessionárias como também a ótica das prefeituras, na análise da inserção de redes de serviços públicos e privados;
- Organizar a modelagem de indicadores que possam servir como banco de dados para a implantação de outros serviços essenciais a atividade sócio-econômica das cidades;
- Mostrar a necessidade da inclusão em Planos Diretores de procedimentos sustentáveis para a implantação do serviço de gás natural, principalmente em áreas de urbanização já consolidada, reforçando o uso de métodos construtivos não destrutivos;
- Com o avanço do mercado, incentivar a indústria voltada ao gás natural: desenvolvimento tecnológico, geração de empregos, pesquisa universitária e melhoria em aspectos gerais da qualidade de vida da população no âmbito dos serviços de infra-estrutura e otimização de processos nos setores industrial, comercial e de serviços.

TESE E HIPÓTESES

Partindo da relação entre a evolução urbana e as questões de oferta e demanda por diferentes fontes de energia e sendo o gás natural um serviço de rede a ser implantado em centros já consolidados, se faz necessária a inserção de conceitos da dinâmica de urbanização e de Planos Diretores para sua incorporação sustentável, além de critérios comumente utilizados para previsão de áreas com potencial de consumo, como estimativas de demanda e custo de implantação e expansão dos dutos. O esquema a seguir resume a justificativa para determinação da abordagem proposta neste trabalho:

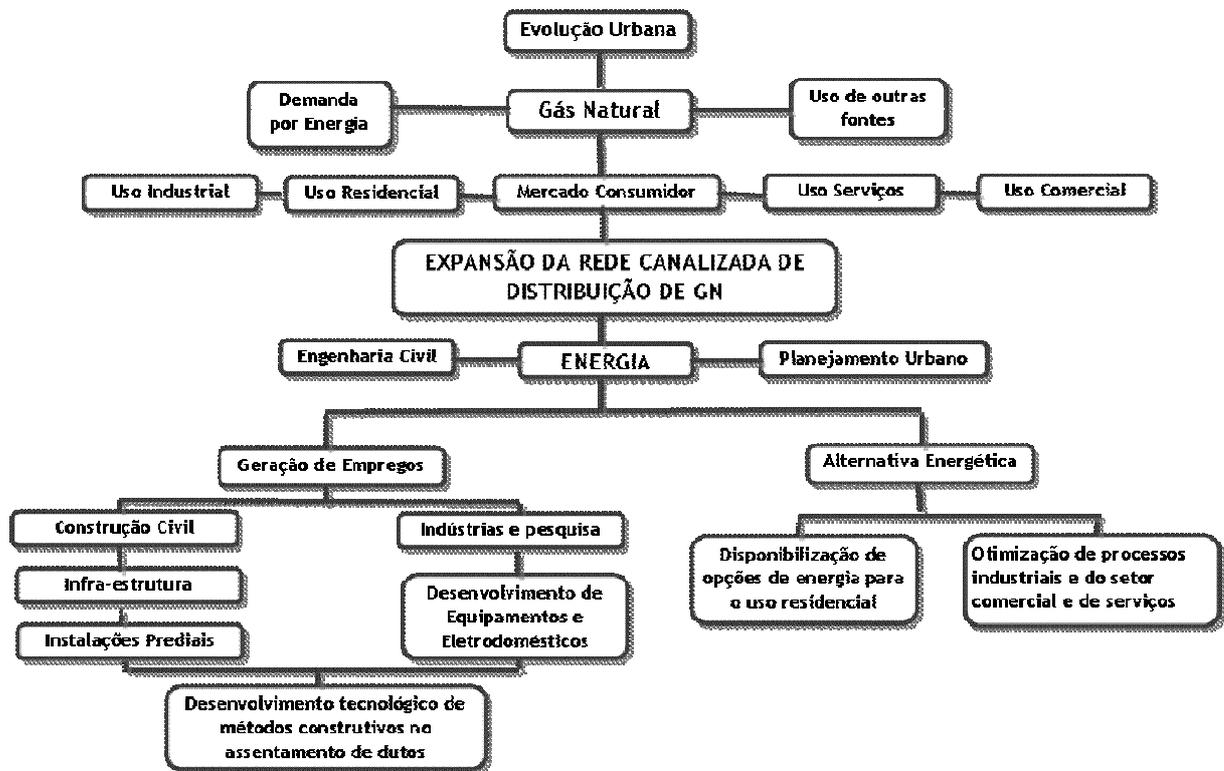


Figura 1. A análise da rede canalizada de gás natural.

A premissa tem respaldo nas hipóteses:

- O GN é emergente na matriz energética do país e seu principal elo rumo ao amadurecimento é sua distribuição como insumo energético de rede;
- O processo da obra civil vem evoluindo, facilitando a expansão da rede mesmo em áreas urbanas já consolidadas, diminuindo o transtorno da interdição e recapeamento das vias de tráfego e com isso, barateando sua execução;
- A canalização já implantada pode estar sendo subutilizada, pois embora o código de obras determine a previsão de instalações à gás na construção de novos edifícios, é pequeno o

número de condomínios (residenciais, comerciais e de prestação de serviços) que utiliza o gás canalizado, ao invés da energia elétrica e do GLP, indicando que existe grande mercado a ser explorado, mesmo nas áreas já servidas há alguns anos;

d) Principalmente nas grandes metrópoles, este trabalho deve permitir, através da criação de um modelo de atratividade e adensamento, determinar a expansão do serviço de GN dentro das cidades em harmonia com outros serviços de rede, considerando a qualidade de vida e a melhoria de processos de produção, tendo ao fundo o desenvolvimento das cidades.

DESCRIÇÃO DA ABORDAGEM DOS CAPÍTULOS

Capítulo 1

Neste Capítulo são apresentados os pilares de sustentação da tese: o conceito de rede de distribuição e a dinamização do processo de implantação de dutos; os usos urbanos do gás natural; os diferentes modelos profissionais e acadêmicos para previsão de mercado para a rede de gás natural; e o conceito de dinâmica urbana desmembrados em parâmetros que influenciam a implantação da rede de gás natural nas cidades.

Capítulo 2

Neste item são apresentados os pontos de trabalho que são desenvolvidos nos próximos capítulos: os parâmetros que interferem na implantação das redes de infra-estrutura, em especial para o gás natural sob a lógica do urbanismo (Capítulo 3); as 3 regiões do Estado de São Paulo selecionadas para estudos de caso (Capítulos 4 e 5)- São Caetano do Sul e São Paulo (ambas na região metropolitana de São Paulo) e Araçatuba, Andradina, Birigui, Ilha Solteira, Guararapes, Mirandópolis, Penápolis, Pereira Barreto (na região administrativa de Araçatuba); a proposta para determinação do grau de influência de cada parâmetro (Capítulo 4), e a modelagem baseada em indicadores urbanos para determinação das áreas que atraem o gás canalizado (Capítulo 5).

Capítulo 3

Neste Capítulo são detalhados os parâmetros selecionados dentro do conceito de “Dinâmica Urbana” associados a métodos de projeção de consumo de gás natural; e também o princípio da modelagem através do agrupamento dos parâmetros em sistemas de informação (originando 4 âmbitos de análise: indicadores de qualidade de vida, indicadores de

planejamento urbano; indicadores de projeção de consumo e indicadores do sistema canalizado -obra civil) e em categorias de ocupação do solo (uso residencial, uso comercial, uso prestação de serviços, uso industrial e uso agropecuário – inserido devido a região de Araçatuba); descrição das áreas de estudo e da composição dos sistemas.

Capítulo 4

Neste Capítulo é feita a descrição do método de análise hierárquica como instrumento de definição dos parâmetros (demonstrados no Capítulo 3), que podem ter maior influência na análise do mercado para o gás natural, através de 2 verificações: a análise global dos parâmetros, e o estudo de combinações de pares específicos.

Capítulo 5

Neste Capítulo, os parâmetros definidos no Capítulo 3 são utilizados na modelagem de um protótipo que tem como objetivo indicar áreas passíveis de receber ou adensar a rede de distribuição do gás natural. Como forma de verificação da modelagem é utilizado o programa já conceituado, Decision Lens apresentado no Capítulo 4.

Capítulo 6

Capítulo conclusivo que apresenta 3 pontos-chave: a avaliação específica dos estudos de caso, apontando áreas atrativas a receber a rede, ou passíveis de adensamento da rede existente e outras que são pouco atrativas; o conceito de dinâmica urbana quando relacionado aos resultados do modelo e a real expansão da rede e por fim, as vertentes de expansão do modelo em projetos futuros.

Capítulo 7

Relação bibliográfica das obras efetivamente mencionadas ou consultadas ao longo do desenvolvimento da tese.

Capítulo 8

Anexo das tabelas auxiliares para atribuição de pesos utilizadas nos Capítulos 4 e 5 e do desempate dos rankings apresentado no Capítulo 6, constituindo a memória de cálculo da pesquisa para os estudos de caso.

CAPÍTULO 1. O GÁS NATURAL NOS USOS URBANOS, CARACTERÍSTICAS DE IMPLANTAÇÃO DA REDE, MODELOS DE PROSPECÇÃO DE MERCADO E FATORES INTERVENIENTES PARA A INSERÇÃO DA REDE

Este capítulo tem como objetivo abordar 4 aspectos que embasam este estudo: o gás natural como fonte de energia nos usos urbanos cotidianos, o papel da engenharia na otimização da implantação de redes subterrâneas, os modelos profissionais e acadêmicos para estudo de mercado e o papel do planejamento urbano em estudos para introdução da rede canalizada nas cidades.

A primeira etapa enfoque consiste na demonstração da viabilidade do GN nos usos urbanos constituídos pelos setores residencial, comercial, prestação de serviços e industrial.

O segundo ponto abordado apresenta o avanço tecnológico da obra civil para locação dos dutos subterrâneos em áreas urbanas já consolidadas, sendo este um dos assuntos mais debatidos quando da avaliação de prefeituras sobre a expansão da rede em áreas urbanas já consolidadas. Destaca-se o método não destrutivo de abertura de valas, o desenvolvimento do geoprocessamento, do material dos dutos e a legislação das prefeituras na fiscalização dos projetos.

O terceiro âmbito de análise mostra as tecnologias mais comuns em uso pelas concessionárias para a elaboração de estudos de mercado, o modelo de intensificação de mercado desenvolvido pela Agência Nacional do Petróleo em 2004-2005 e em especial os diferentes projetos de cunho universitário que enfatizam o diferencial da modelagem proposta no Capítulo 5.

Como último tópico, ainda sobre modelos de prospecção de mercados para o gás natural, é apresentada a fundamentação teórica para seleção dos parâmetros utilizados nesta tese, como intervenientes do processo decisório sobre onde implantar, expandir ou adensar a infra-estrutura de distribuição do gás natural, aliando características comumente usadas como o custo da obra e a projeção da demanda à indicadores como qualidade de vida e planejamento urbano.

Vale mencionar que estudos sobre energia e em particular sobre o gás natural, possuem vários segmentos de análise, como riscos de desabastecimento, licenciamento ambiental e análises de termoeletricidade, co-geração, gás natural comprimido e liquefeito, competitividade tarifária frente a energéticos concorrentes, regulação, difusão cultural de seu uso, além da necessidade de existência de instalações prediais para tal fim e o custo decorrente da conversão de equipamentos.

O estudo aqui proposto se concentra no uso do GN enquanto infra-estrutura de rede, da mesma forma que outros serviços já difundidos como o saneamento, a energia elétrica, a telefonia e o cabo óptico e tem por objetivo, apontar a relevância do perfil das cidades enquanto áreas geográficas com diferentes concentrações populacionais, poder aquisitivo, ocupação do solo e conseqüente consumo de energia, que podem vir a utilizar o gás natural, bem como na existência de outros serviços urbanos, sem os quais o GN perde importância enquanto rede canalizada e também nas perspectivas do mercado imobiliário e do setor produtivo que podem futuramente constituir novos mercados que sustentem a implantação do serviço em rede.

1.1. Crescimento e expansão das redes de distribuição no Estado de São Paulo

Para que haja condição de implantar a rede de distribuição é necessário que duas situações ocorram. Primeiro que haja gás natural (oferta) e depois, que haja consumo (demanda) que consolide o mercado e justifique o investimento em redes de distribuição.

De acordo com a projeção de evolução do consumo de gás natural feita pela ABEGÁS (2006) e avalizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2015 serão utilizados diariamente 71,9 milhões de m³ e segundo a EPE, neste prazo a oferta e demanda de gás serão plenamente compatíveis. A oferta para servir à distribuição¹, está vinculada a Bacia de Campos (Rio de Janeiro), ao gasoduto Brasil-Bolívia² e a exploração ainda em desenvolvimento, da Bacia de Santos.

Com as reservas de gás natural, como as da Bacia de Santos (BS400), deverá haver no Brasil uma profunda reflexão por parte de todos aqueles que diretamente ou indiretamente tem uma relação com o desenvolvimento econômico e tecnológico, e também com a produção de empregos, (UDAETA; FAGÁ *et al*, 2004). Essa descoberta criou uma perspectiva de redução da dependência da importação de gás. Contudo, a Petrobras estima que o desenvolvimento completo da produção de Santos leve de 6 a 10 anos. Assim, no curto e médio prazo, o desenvolvimento do setor de GN dependerá de importação, (TOLMASQUIM, 2006).

¹ O atual plano de suprimento é denominado PLANGÁS (2006-2007).

² O Gasoduto Bolívia- Brasil é uma obra com extensão de 3,06 mil quilômetros e que liga as cidades de Santa Cruz de La Sierra até Porto Alegre, no Rio Grande do Sul (563 km na Bolívia e 2498 km no Brasil). O objetivo dessa grande obra foi beneficiar os Estados das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Aqui não entraremos no mérito da discussão política sobre a questão do GASBOI. Apenas aponta-se o gasoduto como uma das fontes de oferta ao Brasil e em particular para São Paulo.

Estando satisfeita a primeira condição (oferta), é necessário o desenvolvimento de projetos de gasodutos (transporte de gás natural e gás natural liquefeito), etapa que precede a rede de distribuição. Para tal está em desenvolvimento pela Transpetro (subsidiária da Petrobrás) o Projeto Malhas (ANP, 2007), que intensifica a construção de gasodutos interestaduais ligando Norte, Nordeste e Sudeste (projeto dividido em várias fases que devem ser finalizadas até 2009).

Estando satisfeita a segunda condição, o gás que chega aos city-gate onde passa a ser responsabilidade de cada Estado³ e das 24 concessionárias brasileiras, para ser distribuído nas cidades. A região Sudeste concentra o maior número de concessionárias de distribuição de gás natural e conseqüentemente tem a rede de distribuição mais extensa, com 10.818 quilômetros e crescimento acumulado desde 2003 de 55% (ABEGÁS, 2006).



Figura 1.1. As 3 áreas de concessão do Estado de São Paulo. Fonte: CSPE, 2006.

Em particular no Estado de São Paulo, existem 3 concessionárias:

A COMGÁS que é responsável pela Região Metropolitana de São Paulo, São José dos Campos e Baixada Santista, o que consiste na área de concessão de maior desenvolvimento urbano do Estado. A Empresa de 135 anos, foi inaugurada com a denominação *The San Paulo Gas Company Ltd*, em 1912 passa para o controle da *São Paulo Tramway, Light and Power Company Ltd*. Em 1929 é transferida para a empresa *Brazilian Traction* do grupo da Light. Em 1959 é nacionalizada e se torna: Companhia paulista de Serviços de Gás. Em 1968 passa para o controle do município e recebe o nome Companhia Municipal de Gás, autorizada a

³ Segundo a constituição federal e a Lei nº 9.478, a distribuição de gás canalizado com fins comerciais é de exploração exclusiva dos estados, exercida direta ou indiretamente através de concessões.

constituição de sociedade anônima e em 1974 muda de nome para Companhia Municipal de gás para Companhia de Gás de São Paulo – Comgás. Em 1983 passa para o controle pelo governo do Estado mudando um ano depois para a administração da estatal Cesp – Companhia Energética de São Paulo e em 1999 para controle acionário (privado) da British Gas e Shell.

A GAS BRASILIANO, companhia controlada pelas empresas ENI International B.V. e Italgas (Grupo ENI) de origem italiana e que responde desde 1999, pela área noroeste do Estado de São Paulo. Contempla sistemas de distribuição de gás canalizado, a partir das estações compressoras do gasoduto Bolívia-Brasil, localizadas nas cidades de Bilac, Boa Esperança do Sul e São Carlos, formando os sistemas Bilac – Araçatuba; São Carlos - Descalvado - Porto Ferreira; Boa Esperança do Sul – Araraquara.

A GAS NATURAL SÃO PAULO SUL (segundo ARAUJO e RAMOS, 2006, esta é a concessionária com maior crescimento), que em 2000 ganhou a concessão para a exploração de serviços de distribuição de gás canalizado na área sul do estado de São Paulo, entre as regiões administrativas de Sorocaba e Registro, servindo atualmente os municípios de Salto, Tatuí, Alumínio, Votorantim, São Roque, Araçariguama, Porto Feliz, Ipero, Boituva, Tietê, Cerquilha e Laranjal.

Visando a ordenação de atuação das concessionárias, foi criada em 1997, a Comissão de Serviços Públicos de Energia (CSPE), que atua como órgão regulador e fiscalizador, promovendo permanentemente o equilíbrio das relações entre agentes do setor energético (gás e energia elétrica) e consumidores.

1.1.1. O conceito de Rede de Distribuição

As redes de distribuição transportam volumes menores de gás natural a menores pressões⁴, com tubulações de diâmetros menores que na rede de transporte. É esta rede que recebe o gás nos gasodutos e o leva até as indústrias e aos centros urbanos e por fim, até o usuário final, através de ramificações menores de modo a atender os bairros ou distritos.

A COMGÁS (2007) define a rede de distribuição como a etapa final do sistema, etapa quando o gás chega ao consumidor, que pode ser residencial, comercial, industrial (como matéria-prima, combustível e redutor siderúrgico), automotivo, ou a termelétricas (geração de

⁴ A pressão tanto em redes de transporte quanto em redes de distribuição, é variável e depende do volume e da distância a percorrer. Em geral para transporte de grandes volumes a grandes distâncias a pressão está em torno de 120 bar, caindo no city-gate para 70 bar e diminuindo ao longo da distribuição até aproximadamente metade desse valor, chegando ao consumidor entre 2 e 4 bar (COMPAGAS, 2006).

energia). Nessa fase, o gás já deve atender a padrões rígidos de especificação e estar praticamente isento de contaminantes, para não causar problemas aos equipamentos nos quais será utilizado como combustível ou matéria-prima.

Na sua longa trajetória, foram usados os mais diversos tipos de combinações para produzir combustíveis: de azeite a gás de hidrogênio carbonado, carvão, nafta, uma mistura envolvendo água e hulha, até chegar ao gás natural.

A primeira utilização do gás no Estado, foi a iluminação pública na Cidade de São Paulo através de lâmpões que foram desativados em 1936 (COMGÁS, 2002). O uso privado ganha importância no final da década de 20 com a utilização residencial, tendo como base de composição do gás, a hulha, lenha ou carvão vegetal (MEILLER, 1946). Nas décadas seguintes a expansão da rede já com base em nafta permanece estagnada, tendo como destaque o uso industrial e a troca das tubulações de gás de nafta por gás natural (década de 80). Na década de 90, ocorre a privatização da COMGÁS e com ela, uma nova fase na expansão da rede.

Os principais componentes dos projetos de redes de distribuição de gás natural, respeitam as seguintes características (AMBIENTE BRASIL, 2004):

- Registro de City-Gate: corresponde a estações de recebimento e medição entre o gasoduto de cunho federal e a rede de cunho estadual (rede de distribuição);
- RETAP: denominação da rede de alta pressão (pressão máxima de 17,5 bar), que está localizada entre o gasoduto e a rede de distribuição;
- ERP: corresponde às estações redutoras de pressão. O gás natural escoado do RETAP para a rede de distribuição através das ERP's abastecendo clientes residenciais, comerciais, industriais e automotivos. Algumas indústrias são abastecidas diretamente do RETAP. Em todos os casos as pressões são reduzidas em função das aplicações específicas.
- Composição dos dutos (materiais dos tubos): aço ou polietileno, de grande resistência e durabilidade. As soldas são inspecionadas através de um rigoroso controle de qualidade.
- Válvulas de bloqueio: são instaladas ao longo da rede com o objetivo de interromper o fluxo de gás, em caso de um eventual vazamento. Em trechos urbanos são instalados a cada 1 km.
- Proteção das tubulações: as tubulações são enterradas, no mínimo, a 1 metro de profundidade. Em áreas urbanas, as placas de concreto são instaladas sobre a tubulação, para protegê-la de impactos decorrentes de escavações.

- Controle de corrosão (para tubos de aço): contra o ataque corrosivo do solo, as tubulações são protegidas por um sistema conhecido por proteção catódica.
- Sinalização: a finalidade é alertar sobre a presença da rede de gás. A sinalização subterrânea consta de fita plástica na cor amarela com 30 cm de largura, instalada abaixo da superfície do solo para alertar as pessoas que fazem escavações. A sinalização aérea é constituída de placas e avisos instalados ao longo da rede.
- Odorização: tem o objetivo de dotar o gás de um odor característico, para permitir a pronta detecção em caso de eventuais vazamentos a partir do city-gate.
- Placas de identificação: localizadas nas guias das calçadas, tendo como objetivo evitar transtornos com escavação oriunda da manutenção de outras infra-estruturas subterrâneas.

No caso específico da Comgás (que assumiu a rede mais antiga do Estado), além da implantação de novas extensões da rede de distribuição, é necessária a renovação e substituição de redes na Região Metropolitana de São Paulo, com a substituição da rede de distribuição em ferro fundido, predominante da região metropolitana de São Paulo, por tubulação de polietileno e aço carbono, permitindo não só o atendimento ao quesito segurança, como também a demanda crescente na região.

1.2. Usos urbanos do gás natural

MOUTINHO DOS SANTOS et al, (2002, cap.II) detalha as possibilidades de uso do gás natural nos seguintes setores:

- Matéria-prima, na indústria gasquímica, metalúrgica e de fertilizantes;
- Na recuperação do petróleo;
- No uso como combustível;
- Na geração de eletricidade;
- Na co-geração;
- No uso veicular.
- No setor industrial;
- No setor comercial, serviços e industrial;

Destacam-se neste trabalho, os usos que podem ser associados à distribuição por rede canalizada ⁵ aqueles denominados aqui de “Usos Urbanos”⁶, ou seja, os setores residencial,

⁵ No caso do GNV, a rede pode facilitar o abastecimento dos postos de gasolina.

⁶ A COMGÁS (2006) destaca que a “sazonalidade” tem importante papel na venda de GN nos usos urbanos. Janeiro a março são os meses de menor consumo, em função da elevada temperatura, dos feriados de carnaval e

comercial, serviços e industrial. Nos próximos capítulos será introduzido o uso agropecuário, na intenção de evidenciar a não atratividade do uso da rede de gás natural em áreas não urbanas.

A seguir são apresentados trabalhos detalhando vários processos onde o gás natural pode ser introduzido e sua viabilidade de conversão sob enfoques técnicos, econômicos e ambientais.

O uso residencial constitui um mercado em expansão, especialmente nos grandes centros urbanos de todo o país. As companhias distribuidoras estaduais têm planos de grande ampliação de suas redes, com investimentos expressivos em conversões e adaptações nas residências. Para esse fim o gás natural pode ser usado não só em chuveiros e fogões, mas também em saunas, aquecedores de piscina, lavadoras/secadoras de roupa, sistemas de refrigeração, lareiras e aquecedores de ambiente (que representa um significativo mercado de gás em estados de clima frio), churrasqueiras e iluminação em locais onde não há disponibilidade de energia elétrica (SANTOS *et al*, 2002, UDAETA; FAGÁ *et al*, 2004; COMGÁS, 2006).

Nos usos comercial e de prestação de serviços, o gás natural tem aplicação semelhante ao setor residencial e pode ser usado para climatização de ambientes, produção de água quente e cocção. Por isso, a variedade de usuários abrange desde hotéis a restaurantes, passando por hospitais, creches, lavanderias e escolas. Alguns edifícios comerciais de grande porte, como shopping centers, hospitais e universidades também podem adotar o ar condicionado central a gás natural.

Nos segmentos residencial, comercial e serviços, dada a reduzida densidade média de consumo e a necessária capilaridade das redes de distribuição, a incorporação desses consumidores passa a ser muito mais dependente da decisão de implantação das redes pelas concessionárias e de sua capacidade de investimento. Por outro lado, a velocidade de captação desse mercado está também condicionada à existência de códigos de postura municipal que disciplinem as instalações de gás em prédios residenciais e comerciais/serviços, antecipando

de baixa produção da indústria. De abril a junho, tem início o aumento da produção industrial e o fim do verão, proporcionam o aumento do consumo do gás canalizado. De julho a outubro com a chegada do inverno, há aumento de consumo em todos os segmentos do mercado, aliado a produção industrial que atinge a máxima capacidade visando atender a demanda de final de ano, fazem com que nessa época ocorra o ápice de volume de consumo. Já nos 2 últimos meses do ano, ocorre o declínio da produção industrial, após o pico de consumo e produção dos meses anteriores, associada ao período de férias, tanto coletivas das indústrias como dos consumidores residenciais, determinam a queda do consumo.

⁶ No caso do GNV, a existência da rede pode facilitar o abastecimento dos postos de gasolina.

as condições necessárias para a disseminação do gás canalizado. (INFORME INFRA-ESTRUTURA, 1997). Para intensificar a expansão da rede, o decreto estadual N°. 43.889 (10/03/99) que trata dos contratos de concessão de gás natural no Estado de São Paulo (CSPE; 2000, 2003) determina a obrigação das concessionárias em expandir a rede de distribuição e cumprir metas em prazos definidos considerando uma extensão mínima de rede segundo um fator que baliza o previsto e o ocorrido por período o que, principalmente no âmbito residencial que é aquele de maior dificuldade de expansão, promove a sua utilização.

O uso industrial congrega todas as aplicações do gás natural nos ramos da indústria, definidos no Balanço Energético Nacional. Neste segmento, a opção pelo uso do gás natural está, respeitadas as especificidades de cada indústria, diretamente vinculada à política de preços dos energéticos e à respectiva estrutura de preços, ao custo de conversão das instalações, à importância dos reflexos dos ganhos de eficiência na competitividade do produto, ao grau de exigência de controle ambiental sobre o processo produtivo e a disponibilidade de linhas de crédito para a realização dos investimentos associados. (INFORME INFRA-ESTRUTURA, 1997).

A aplicação do gás natural proporciona, no mercado industrial, de forma geral, mais segurança, produtos de melhor qualidade e abastecimento contínuo. A boa e uniforme queima do gás natural, o torna mais eficiente, exigindo menor quantidade de ar, eliminando resíduos de combustão incompleta ou metálicos e de óxidos de enxofre, com impacto positivo nos processos industriais.

Vantagens básicas podem ser consideradas quando se compara GN a outras fontes de energia (MOUTINHO DOS SANTOS, 2002):

- Em caso de vazamentos, GN evapora mais fácil do que GLP;
- GN é menos inflamável do que gasolina e querosene;
- GN tem maior rendimento térmico e permite controle e regulação simples da combustão (embora haja diferenciais na eficiência energética dependendo do processo industrial);
- GN apresenta maior facilidade de operação e utilização direta de energia térmica quando comparado ao uso da energia elétrica;
- De maneira geral, permite maior controle de temperaturas, economia de espaço para armazenagem (quando comparado ao uso de botijões); menor deposição de impurezas e portanto menor desgaste de material dos equipamentos que o utilizam.

Ainda comparando a substituição do GLP por GN, PEREIRA et al (2005) reforça que a troca traz benefícios secundários, algumas vezes difíceis de capitalizar, como por exemplo,

abastecimento por uma rede estável, sem variação de pressão; diminuição da emissão de gases poluentes provenientes da queima de óleo diesel e a extinção de trocas e regulagens de botijões de GLP.

Também COSTA FILHO et al (2004) enfatiza que todas as comunidades servidas por rede de GN, terão o benefício social da disponibilidade de uma fonte alternativa de energia contínua, que poderá futuramente ser fornecida a um preço inferior ao GLP e à energia elétrica, além de criar oportunidades para outras aplicações, como a climatização. O uso do GN para aquecimento doméstico contribui para atenuação de picos de demanda de energia elétrica, racionalizando o uso dos sistemas de distribuição de energia.

Os projetos residenciais que consomem menor volume e que têm portanto um retorno mais demorado, estão em alta dentre os objetivos de expansão dos usos pelas concessionárias de GN, entre os quais se destacam além do aquecimento de água e cocção, projetos de ar condicionado, que complementam a distribuição em áreas já maduras sem a necessidade de investimentos tão vultuosos quanto os efetuados nas redes de alta pressão para servir áreas predominantemente industriais.

Na prática, isso significa a escolha de áreas próximas à rede já existente da distribuidora e com grande número de casas em uma mesma quadra, para diluir o custo de expansão da rede partindo da opção por consumidores das classes de menor poder aquisitivo, as chamadas classes C e D, baseado em famílias ⁷ com menor possibilidade financeira de ir a restaurantes e que, portanto, consomem mais gás ao preparar suas refeições em casa (AWAZU, Energia e Mercados, 2005).

A SULGAS localizada em Porto Alegre (2005) destaca a utilização da rede de gás natural em hospitais versus a qualidade do ar obtida na substituição da queima de óleo combustível para alimentar caldeiras.

A COMPAGAS, concessionária do Paraná (2005) ressalta que o gás natural é uma alternativa eficiente para os restaurantes por fatores como a facilidade de uso (sem precisar trocar cilindros), e pela segurança e economia de cerca de 30% proporcionada em relação ao gás liquefeito de petróleo (GLP).

Conforme destaca MOUTINHO DOS SANTOS *et al* (2002), em processos industriais, o gás natural se destaca na utilização em fornos a altas temperaturas, na pequena emissão de

⁷ Projeto-piloto da COMGÁS, está conectando 7 mil casas nos bairros paulistanos de Vila Mercês e Vila Ema. Na seqüência, a empresa também quer levar o projeto para o bairro da Casa Verde e para o município de São José dos Campos, entre outros locais.

poluentes quando do uso de vapor gerado por caldeiras para usos na indústria química, farmacêutica, de papel e celulose, de alimentos e bebidas entre outras, na substituição de energia elétrica usada em eletrotermia⁸ e por fim, na operação de calor direto para secagem e fabricação de cimento e refratários. Os trabalhos de TOLMASQUIM *et al* (2002), apresentam os processos de produção bem como definem cada segmentação da indústria química e seu consumo de energia, avaliando a viabilidade de substituição de cada uma das energias utilizadas nas diferentes etapas e setores para a conversão em gás natural.

Para hospitais os autores baseados em levantamentos do IBGE, organizam informações sobre o consumo de energia, comparando as possibilidades de uso do gás natural por regiões do Brasil à relatórios norte-americanos que resultam na verificação de potenciais para uso do GN em cocção, caldeiras e pouco para condicionamento ambiental. Outro ponto da análise consiste na concentração de hospitais com atendimento público e na minimização de gastos com a substituição.

Em um segundo estudo, os mesmos autores abordam a indústria de bebidas para fabricação de cervejas e refrigerantes, novamente delineando cada um dos estágios de produção relacionados às necessidades de consumo de GN frente a outros energéticos.

Da mesma forma, para a indústria gráfica e no setor terciário (shoppings e hotéis), é demonstrada as vantagens do uso do GN principalmente para os dois últimos setores, através da comparação direta entre necessidades de refrigeração cocção, iluminação e condicionamento do ar utilizando a energia elétrica e sua conversão ao gás.

SCHWOB; MORALES *et al* (2004), através de estudos na avaliação de segmentos do setor de alimentos e bebidas, mostraram as amplas possibilidades de sinergia na aplicação conjunta do gás natural com medidas de conservação de energia térmica e sua adaptabilidade às condições sanitárias exigidas para os processos da indústria alimentícia. Em casos específicos como o de torrefação de café, pelas suas vantagens ambientais e de custo energético específico, o gás natural se apresenta com amplo potencial de deslocamento do óleo diesel e do GLP. Da mesma forma, no setor de fabricação de biscoitos, o gás natural apresenta amplo potencial para também deslocar a eletrotermia, apesar da necessidade de adaptação dos fornos elétricos. A concessionária paulista GAS NATURAL SP (2006), aponta uma economia média mensal de mais de 10% para a fábrica de Laranjal Paulista da Ajinomoto (indústria alimentícia), com a substituição do óleo combustível anteriormente utilizado pelo gás natural. Para a indústria cerâmica, PACHECO (2005) considera as questões

⁸ Eletrotermia: consiste no aquecimento industrial de processos ou geração de vapor através de eletricidade.

econômicas, ambientais e técnicas para a viabilização de alternativas ao uso do gás natural, como fatores fundamentais para incentivar o aproveitamento desta fonte de energia. Destaca a variável preço como um fator determinante em especial na comparação com o gasto decorrente do uso dos insumos mais tradicionais, como a lenha. Aponta ainda a necessidade de ampliação da rede de gasodutos nas áreas que concentram os segmentos da indústria cerâmica para avanço no uso do GN.

Também NICOLAU *et al* (2005) elabora estudo para a indústria de cerâmica vermelha e seu grande mercado concentrado nos usos da construção civil, mostrando que a viabilidade de conversão ao GN esbarra na adaptação dos fornos utilizados no processo de queima. Para a indústria de cimento e derivados, BENACHOUR *et al* (2004), detalham a viabilidade de uso do GN no processo de calcinação da gipsita para produção de gesso em escala piloto, apontando a eficiência térmica e menos poluente que poderá tornar esse processo uma alternativa econômica e ambientalmente viável. Estudos de STRAPASSON e FAGÁ (2004), sobre estimativas de substituição de eletricidade por gás natural nos usos finais térmicos de todos os setores de consumo, mostram a relevância do tema e o impacto que uma política de uso racional da energia poderia alcançar. A tabela 1.1., resume as possibilidades de substituição nos diversos setores urbanos:

Usos no Setor Residencial	Substituição de Energéticos
Aquecimento de água e cocção	GLP, eletricidade, lenha
Usos nos Setores Comércio/Serviços	Substituição de Energéticos
Aquecimento/Ar condicionado	Eletricidade
Cocção de alimentos	GLP, eletricidade
Usos no Setor Industrial	Substituição de Energéticos
Fabricação de aço	Óleo combustível, eletricidade, gás de alto forno
Processamento de aço	Coque
Metalurgia (diversos)	Óleo combustível, eletricidade, gás de alto forno
Minerais e não metálicos	Eletricidade, óleo combustível, GLP
Alimentos e bebidas	Óleo combustível, coque, carvão, biomassa
Caldeiras	GLP, diesel, eletricidade
Equipamentos de torrefação	Eletricidade, óleo combustível, GLP
Têxteis	GLP, óleo combustível, lenha
Papel e celulose	Óleo combustível, lenha, carvão
Química/petroquímica	Óleo combustível, nafta, eletricidade

Tabela 1.1. Substituição por gás natural nos usos urbanos. Fonte: Moutinho dos Santos *et al*, 2002.

Um ponto de grande relevância na comparação entre gás natural e outras energias, reside em suas vantagens ambientais. VIEIRA *et al* (2005), mostram as possibilidades do estabelecimento de um projeto de MDL (mecanismo de desenvolvimento limpo), visando a obtenção de créditos de carbono em decorrência da redução das emissões de CO₂ devido ao uso do gás natural no Estado da Bahia.

De maneira geral, o GN aparece como um energético de muitas possibilidades. Mas, conforme afirma MOUTINHO DOS SANTOS (2000): “A versatilidade é uma das grandes vantagens do gás natural. A sua amplitude de usos o faz um competidor potencial de quase todos os demais combustíveis alternativos... porém, ao mesmo tempo, não existe uma aplicação para o gás natural na qual ele seja indispensável e para o qual não haja concorrentes”.

A difusão de uso do gás natural enfrenta barreiras, como a necessidade de políticas de incentivo ao uso, incentivo tarifário e no desenvolvimento da conversão de sistemas e equipamentos, além de rede que alcancem as diversas áreas.



Figura 1.1. Comércio que usa GLP mesmo conectado a rede GN.
Fonte: MASSARA, 2007.



Figura 1.2. Sinalização na guia da calçada (Existência da rede canalizada de GN).

Por outro lado, a qualidade do gás natural combustível tem possibilitado o desenvolvimento de várias tecnologias em seus diversos usos finais, além de inovações tecnológicas em muitos equipamentos industriais, principalmente queimadores e processos, também, na redução da poluição (MOUTINHO DOS SANTOS *et al*, 2002) e é neste conjunto de perspectivas que se baseia o enfoque deste trabalho.

1.3. O Avanço Tecnológico da Obra Civil para as Redes de Distribuição Subterrâneas

1.3.1. O Método Não Destrutivo (MND)

O trânsito das grandes metrópoles sofre enormes transtornos quando uma vala contínua é aberta para instalação de qualquer rede de serviços públicos, além dos problemas relativos a valetas mal compactadas e pavimentos danificados devido à recomposição feita, sem os devidos cuidados após o encerramento das obras, ou tampões mal colocados (ABRATT, 2005).

O objetivo do MND é a instalação de dutos através do processo não destrutivo utilizando um conjunto de equipamentos específicos. Sua aplicabilidade é destinada à execução de serviços em tubulações de polietileno e aço para trabalhos até 2 m de profundidade como: transmissão e distribuição de energia elétrica; telecomunicações; transmissão e distribuição de televisão via cabo; distribuição de derivados de petróleo e gás; travessia de avenidas, rodovias, rios e ferrovias; sistemas de drenagem de subsolo; instalações industriais; substituição de tubulações, etc.

O custo direto em muitos casos é equivalente ou inferior ao método com abertura de valas contínuas, mas as vantagens são enormes: precisão na execução da obra; redução de prazos; não interrupção do trânsito na área de trabalho; grande redução do custo social.

Segundo a International Society for Trenchless Technology (ISTT) são 3 as possibilidades de utilização do MND:

- Implantação de novos dutos;
- Substituição;
- Re-habilitação da mesma tubulação, através de injeção de outros materiais (não difundido no país).

No Brasil a Associação Brasileira de Tecnologia Não-Destrutiva⁹ (ABRATT) é a responsável por congrega e divulgar as construtoras capacitadas para execução do MND.

Para a execução do MND direcional, existem 2 métodos, o mais utilizado no caso do GN, chamado HDD com a entrada do duto pela superfície e o HDD com entrada pelo *shaft*, que consiste basicamente em um furo maior onde é instalado o equipamento que lança o tubo já no nível de assentamento.

Para ambos as etapas se resumem em (GAS BRASIL 2005; ABRATT, 2005):

⁹ Em parceria com as universidades a ABRATT vem divulgando o MND e o uso dos tubos de polietileno por meio de Seminários e do curso “Uma cidade sem valas” mostrando o resultado para a Prefeitura de São Paulo, e concessionárias de serviços em rede como SABESP e COMGÁS.

- Planejamento do furo: a partir do levantamento fotográfico e do cadastro de interferências, é elaborado o plano de navegação da perfuração a ser executada, levando-se em conta as profundidades necessárias e a flexibilidade da tubulação a ser instalada; são locados poços de partida e chegada para perfuração, em pontos que garantam não intervenção na faixa desejada, a uma distância de 10m do seu entorno (a cada esquina ou onde a Prefeitura definir como mostram as figuras 1.3.a e b);



Figura 1.3 (a). Abertura de vala no MND. **(b).** Vala posicionada em esquina.
Fonte: MASSARA, 2004.

- Montagem do equipamento de perfuração: o equipamento consiste em uma perfuratriz rotativa (figura 1.4) que perfura o solo utilizando rotação, injeção de água ou ar comprimido. Sua montagem inclui ancoragem no terreno de base, alinhamento e inclinação desejada para o início da perfuração. Acionando o equipamento, a perfuratriz executa um furo piloto, guiada por um emissor de ondas eletromagnéticas que informa constantemente a posição, inclinação e direcionamento da cabeça de perfuração.



Figura 1.4. Perfuratriz rotativa e abertura do furo piloto. Fonte: MASSARA, 2004.

A partir do poço de partida, uma haste é utilizada para perfurar horizontalmente, com o uso de fluido lubrificante, que é expelido por difusores especialmente projetados na cabeça da haste.

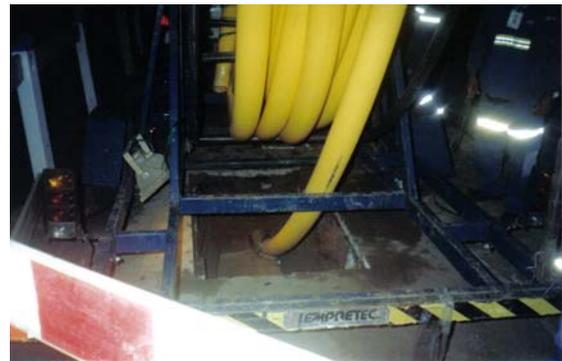
O direcionamento da perfuração é acurado através de um transmissor na cabeça da lança, com grande precisão, permitindo que a haste atinja o local exato determinado para o poço de saída, garantindo a diretriz e profundidades determinadas;

Um escarificador apropriado é então colocado, permitindo o alargamento do furo piloto até o diâmetro desejado, mediante marcha à ré. O elemento a ser introduzido para dentro do furo piloto (tubulação), é preso diretamente atrás do alargador e cuidadosamente puxado, sem causar qualquer dano, servindo o fluido de lubrificante.

- Alargamento e desobstrução do furo: o alargamento consiste na passagem progressiva de ferramentas de diâmetros maiores a cada operação até atingir o suficiente para a instalação do tubo, removendo e compactando o material (solo) de forma a desobstruir completamente o furo;
- Instalação do tubo: com o furo preparado, executa-se a solda das barras (em geral polietileno- figura 1.5 a.), e a sonda faz a instalação do tubo por tração (figura 1.5 b).



Figura 1.5. (a) Bobina de Polietileno.
Fonte: Polidrill, 2005.



(b). Introdução do duto no método MND.
Fonte: Massara, 2004.

Para implantação de dutos, o método de inserção varia de acordo com a característica do solo (incluindo até rochas) chegando ao máximo de complexidade com a execução dos microtúneis que utilizam o equipamento denominado *shield*,¹⁰ para assentamento de tubos de concreto ou aço, cujo diâmetro pode variar de 600 a 3.000 mm.

A figura 1.6 mostra em corte o esquema do processo de MND – HDD com entrada do duto pela superfície, de maneira similar à foto 1.5b. À esquerda a bobina de polietileno e à direita, a perfuratriz rotativa.

¹⁰ Este processo alemão é uma variação simples do método para abertura de túneis do metro.

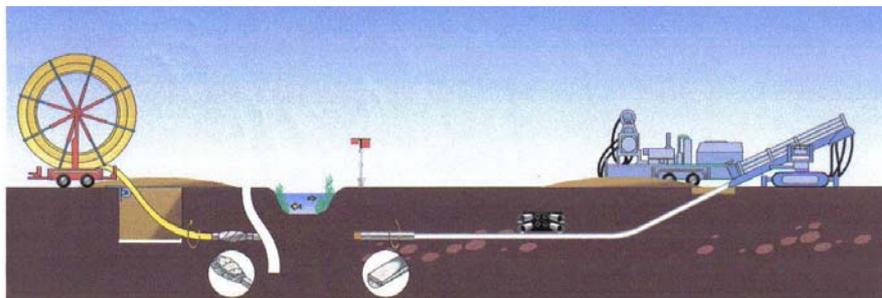


Figura 1.6. Corte longitudinal do processo de MND. Fonte: ISTT, 2006

Para a substituição de tubulação in situ, os métodos usam sistemas hidráulicos (o chamado *pipe cracking* - rompimento da tubulação já existente) e pneumáticos (o chamado *pipe ramming* - extração do tubo com inserção de novo duto a ar comprimido), trado motorizado ou martelo pneumático (método chamado *boring machine*) para aço ou polietileno (martelo mole) e tem duas etapas comuns, independentemente de qual dos métodos será utilizado:

- Abertura da vala de trabalho;
- Montagem do equipamento para retirada do tubo antigo.

A utilização do MND é resumida no quadro abaixo COMGÁS (2007)¹¹:

Vantagens	Desvantagens
Necessita de menor espaço para execução da obra, com impacto menor a população;	Necessidade de identificação de infra-estruturas não cadastradas;
Menor custo de recomposição urbana e ambiental	Maior tempo de planejamento da operação;
Menor trabalho de movimentação de solo, bem como trabalho de limpeza local;	Necessidade de sinalização externa ao gasoduto;
Maior facilidade de execução de travessias em locais de acesso difíceis;	Necessidade de mão de obra especializada;
Possibilidade de desvio das interferências identificadas na construção;	Necessidade de reciclagem do conhecimento dos procedimentos de execução do furo.
Alternativa para instalações de dutos no subsolo em áreas congestionadas	
Minimização substancial dos resíduos de escavação e diminuição do transporte destes resíduos.	
Redução do número de pessoas expostas ao risco no local de trabalho;	
<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez na execução das obras; • Não utilização de recursos naturais para recomposição de valas. 	

Tabela 1.2. Vantagens e desvantagens do MND. Fonte: COMGÁS, 2007.

Este método tende a se difundir na implantação dos dutos e constitui um “trunfo” no debate: incorporação sustentável de infra-estruturas versus inserção de redes subterrâneas em áreas consolidadas.

¹¹ Apresentação do Engenheiro da COMGÁS no Seminário da ABRATT em Campinas – Março de 2007.

1.3.2. Evolução do Material dos Tubos

Antigamente as redes consistiam, basicamente, em tubos de ferro fundido de grande diâmetro saindo das fábricas de gás para o centro das cidades. As redes de ferro fundido tinham uniões de chumbo entre os ramos e eram inadequados pela falta de segurança perante possíveis vazamentos. O conjunto das redes era bem complexo com uma rede de baixa pressão com juntas mecânicas, para usos domiciliares alimentada por dutos de média pressão com juntas soldadas e uma terceira rede de alta pressão que, além de alimentar os dutos de média pressão, servia os consumidores industriais (MASCARÓ, 1979).

Atualmente os tubos utilizados para instalação de gás, sempre que possível, são os tubos PEAD - polietileno de alta densidade¹² que apresentam vantagens para as distribuidoras de gás natural e para o consumidor final do gás na troca da tubulação convencional de aço pelo polietileno, propiciando o menor custo na obra como um todo, e o uso de um material com maior durabilidade. Nos tubo de aço é necessário o revestimento, a solda, os ensaios de solda, o revestimento da região da solda, proteção catódica (vide figuras 1.7 e 1.8.), que tornam o produto mais caro¹³.

A solda nos tubos de polietileno podem ser feitas de duas formas. A primeira considera a termofusão, ou seja, são executadas através de equipamentos de solda com auxílio de um elemento térmico denominado placa de aquecimento. O segundo processo é denominado de eletrofusão e utiliza uma resistência elétrica cujos terminais são conectados a equipamento que fornece tensão elétrica controlada para soldar tubos e conexões.

O uso de tubos de polietileno nas redes de distribuição tem crescido anualmente. No final de 2004 a COMGÁS implantou o primeiro projeto no Brasil de fornecimento de gás em pressão de operação de 7 bar utilizando tubos de polietileno para servir a indústria Pirelli em Campinas (BRASIL ENERGIA, 2004). Até então, o padrão para redes de distribuição operando em pressão de 7 bar era o uso de tubos de aço, deixando o polietileno apenas para o uso residencial. O local para o teste foi escolhido conforme as exigências para utilização de

¹² A Polierg é a empresa mencionada nos primeiros testes de tubos de alta densidade. A empresa utiliza as seguintes normas técnicas: Norma ISO 4437, NBR 14462, norma inglesa usada pela Companhia de Gás de São Paulo (Comgás) e a norma espanhola adotada pela Companhia de Gás do Rio de Janeiro (CEG). São também qualificados pelo Programa de Garantia de Qualidade da Associação Brasileira de Tubos Poliolefinicos e Sistemas - ABPE.

¹³ Com a introdução do gás natural em substituição ao gás de nafta, grande parte do sistema pode trabalhar em baixa pressão embora essa troca tenha causado grande incidência de vazamentos nas juntas de ferro, devido ao fato de ser o GN mais seco e menos viscoso do que a nafta. Nas juntas, utiliza-se selantes anaeróbicos que incham as ligações impedindo vazamentos e em áreas mais críticas, com vibração constante do solo devido ao tráfego intenso, é realizado o encapsulamento da junta, conforme a figura 1.8.

polietileno em altas pressões: área com baixa densidade demográfica e possibilidade de manter a tubulação dentro dos limites de afastamento das propriedades privadas.



Figura 1.7. Abertura de valas utilizando dutos de aço.
Fonte: Polidrill, 2005.



Figura 1.8. Solda em tubo de aço.

As principais diferenças e vantagens dos tubos de polietileno em relação aos convencionais de aço para gás natural são: leveza e flexibilidade; grande resistência à acomodação em terrenos e áreas de tráfego; resistência à abrasão e a grande maioria dos agentes químicos; imunidade total à corrosão química e galvânica; permite o bobinamento dos tubos até o diâmetro de 125mm, diminuindo o número de emendas/soldas; tempo reduzido de instalação da rede; solda da rede fora da vala, permitindo a execução simultânea da escavação e da montagem da rede. Vale ressaltar que o MND tem melhor desempenho quando do uso de polietileno, exigindo pequena vala para inserção do duto.

1.3.3. O Geoprocessamento e os Conflitos com Outras Redes Subterrâneas

Em grandes cidades, a infra-estrutura urbana de serviços públicos tende a ser caótica do ponto de vista de sua proteção, principalmente quando não há planejamento e controle sobre ela. São Paulo a exemplo de outras metrópoles, tem uma ocupação de seu subsolo (figuras 1.9 e 1.10) e do espaço aéreo muito congestionado e beirando o limite da intolerância.

Com o advento da globalização e principalmente do avanço das novas tecnologias e do aumento significativo das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações, São Paulo viveu um caos em termos de obras para instalação de novas redes. Não obstante o freqüente e desenfreado aumento da construção civil, gera novas demandas de serviços públicos até então vistos com crescimento regular. Com a introdução das geotecnologias, muito pode se fazer para conhecer, gerenciar e proteger a infra-estrutura de serviços públicos. A par destas inovações é mister que sejam difundidas e conhecidas desde a fase de projeto as diversas opções de rastreamento para proteger a infra-estrutura das cidades (SMIEU, 2004).

A falta de mapeamento do subsolo gera tantos problemas técnicos como financeiros que até a escavação manual, ou seja, uma atitude simples como uso de picaretas nas escavações, pode ser de alto risco porque não há certeza do que está abaixo.



Figura 1.9. Exemplo de interferência com a rede de Gás – Rua Itapeva, SP
Fonte: SMIEU, 2004.



Figura 1.10. A “confusão” de redes no subsolo paulistano.
Fonte: SMIEU, 2004.

Para minimizar os danos e direcionar a escavação aleatória, é utilizado o geoprocessamento que de forma sucinta consiste em uma tecnologia que, utilizando recursos de computação gráfica e processamento digital de imagens, associa informações geográficas a um banco de dados alfanuméricos. Exemplos de equipamentos comuns para elaboração do plano de furo e mapeamento de interferências, são o *pipe locator* ou localizador eletromagnético (figura 1.11) e o robot georreferenciado, ou *georadar* (figura 1.12).

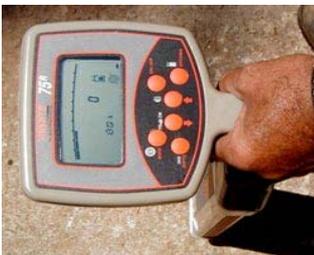


Figura 1.11. O “pipe locator”.
Fonte: SMIEU, 2004.



Figura 1.12. Geo Radar
Fonte: SMIEU, 2004

A utilização dos equipamentos de rastreamento do subsolo tem as vantagens de:

- Minimizar custos;
- Não obstrução ao tráfego;
- Não desperdícios de recursos e energia;
- Precisão na execução da obra;
- Preservação do meio ambiente;
- Curto período de execução.
- E principalmente indicar a existência de outras redes cujos cadastros e mapeamentos possam estar desatualizados.

1.4. O Papel da Administração Pública na Implantação de Infra-Estrutura em Centros Urbanos Consolidados, o Exemplo do Município de São Paulo

Segundo o Plano Diretor do Município de São Paulo (SEMPLA, 2002), são objetivos da política de Infra-estrutura e Serviços de Utilidade Pública:

- Implantar e manter o Sistema de Informações Integrado de Infra-Estrutura Urbana;
- Coordenar o cadastramento das redes de água, esgoto, telefone, energia elétrica, cabos e demais redes que utilizam o subsolo, mantendo banco de dados atualizado sobre as mesmas.

Com a finalidade de organizar a implantação das redes e a interação entre as diversas concessionárias, foi criada em 1975 a Comissão de Entendimentos com Concessionárias – CEC com a competência de:

- Planejar e gerir a ocupação e uso do subsolo e espaço aéreo
- Controlar o uso do espaço público da cidade
- Examinar o planejamento das obras e serviços
- Autorizar a ocupação do leito das vias públicas por equipamentos a serem implantados
- Organizar e manter o cadastro de instalações e equipamentos existentes (a partir de 1987).

Em 2003, as diretrizes foram revisadas e enfatizou-se a problemática de mapeamento do subsolo (SMIEU, 2004):

- Agilizar a discussão dos projetos com as empresas permissionárias, estabelecendo procedimentos padronizados;
- Proposição de um padrão de arranjo de localização prévia (galerias técnicas) para cada sistema/instalação subterrânea visando estabelecer o ordenamento da implantação de redes em novos sistemas viários e novos loteamentos, promovendo o uso racional do subsolo e mitigando as interferências entre as redes;
- Envolver novas tecnologias, como mudanças na legislação e incentivos para viabilização do enterramento de redes de infra-estrutura urbana;
- Promover a compatibilização de obras, estimulando o uso de métodos de construção não destrutivos;
- Implementação do cadastro das redes existentes.

Em 2004, o Departamento de Infra-Estrutura (SMIEU) instituiu nova regra para implantação de dutos subterrâneos através do documento intitulado *Instrução de reparação de pavimentos articulados danificados por abertura de valas* que aborda com maior ênfase o processo que não utiliza MND, especificando que o recapeamento das

vias após a introdução dos dutos (de qualquer tipo de infra-estrutura) deve, obrigatoriamente ter:

- Na parte superficial, uma camada de paralelepípedo ou bloco de concreto de espessura variável;
- Seguida de uma camada de coxim de areia de espessura 5 cm;
- Seguida de uma camada de concreto simples de espessura de 15 cm e ao fundo próximo o leito da tubulação, um reforço da base com entulho reciclado (ou areia) de espessura variável. No caso da utilização do método não destrutivo, as exigências diminuem e podem ser resumidas em:
 - Após o fechamento da pequena vala, medição da flecha máxima ¹⁴ que expressa a regularidade da superfície;
 - Para pontos de entrada e saída do equipamento de perfuração que resultarem em poços e caixa de inspeção, o acabamento no entorno do tampão deverá ser feito com o mesmo revestimento da faixa de rolamento, mantendo o nivelamento do pavimento, mostrando a rapidez e eficácia de utilização do MND em relação ao método convencional.

Essas diretrizes mostram a preocupação com a introdução de novas redes no subsolo paulistano. Porém o processo de cadastramento de todas as infra-estruturas é longo e necessita de entendimento entre os órgãos públicos e privados em busca da otimização de uso do espaço subterrâneo, bem como a fiscalização ao cumprimento das exigências de interdição das vias e principalmente daquelas que dizem respeito ao restauro da pavimentação.

1.5. O Caso da Implantação e Renovação da Rede de Gás Natural no Município de São Paulo

No caso específico da região metropolitana de São Paulo, o método direcional (HDD) ¹⁵ é feito utilizando um furo piloto e a cada 160 m, média, é aberto um cachimbo (vala quadrada de 2 x 2 m) para a união dos tubos. A companhia instala a rede de gás a partir dos gasodutos, onde estão instalados city gates por meio dos quais é feita a transferência do gás da Petrobrás para a Comgás. A partir daí, o gás é odorizado (por segurança) e entra nas redes primárias que

¹⁴ O termo flecha representa neste caso, a curvatura para baixo que o recapeamento pode apresentar, formando um buraco na rua.

¹⁵ Conforme afirma o Diretor da COMGÁS no mesmo artigo, o MND tem restrições de uso como: interferências desconhecidas no subsolo, diâmetros acima de 14" e atuação em terreno muito duro e de rocha, bem como o PEAD que ainda não é difundido para pressões acima de 4 bar.

têm pressão mais alta para atender aos distritos industriais e depois para as redes secundárias, para abastecimento domiciliar (BROISLER; ABRATT, 2005).

Ao mesmo tempo que é feita a implantação e expansão em novas áreas, foi necessária a renovação de rede de ferro fundido, a maior parte construída entre 1920 e 1950. Conforme comenta o CUNHA (ABRATT, 2005), essas redes são as que, no início do século, serviam ao sistema de iluminação pública a gás e que hoje servem predominantemente aos setores residencial e comercial das regiões mais centrais de São Paulo, como Pari, Brás, Jardins, e Campos Elíseos. Para realizar esse serviço, a companhia utiliza dois diferentes Métodos Não-Destrutivos¹⁶, sendo preferido o que insere um tubo de polietileno de diâmetro menor dentro do antigo tubo de ferro. No caso do novo tubo a ser instalado ter diâmetro que não permita inseri-lo no de ferro fundido, é construída uma nova linha paralela à antiga pelo método MND.

Como os projetos de renovação de rede situam-se em regiões urbanizadas e é necessário restabelecer o fornecimento – temporariamente interrompido – no prazo de 12 horas, são executados trechos curtos (100 m) com equipamentos de capacidade variada entre 3 e 12 t. A velocidade dos trabalhos está mais ligada à quantidade de consumidores da área, do que à extensão do trecho a ser renovado sendo a média é de 4 a 7 km/mês (COMGÁS, ABRATT, 2005). Quanto ao uso do PEAD versus aço, o gráfico abaixo resume o histórico de utilização da concessionária nos últimos 8 anos.

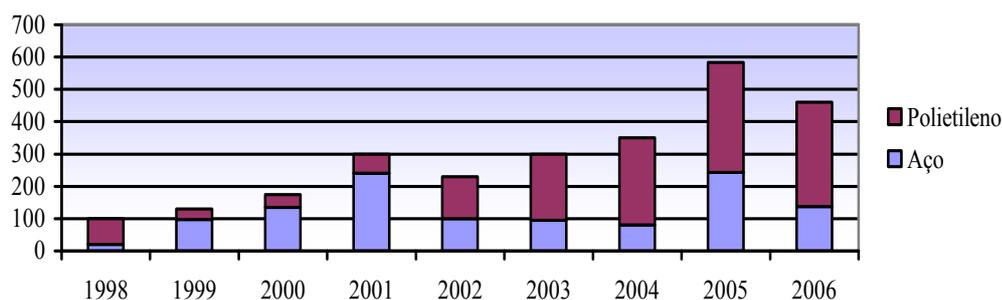


Gráfico 1.1. Histórico COMGÁS de 1998 a 2006 – assentamento em quilômetros.

Fonte: Adaptado de Coutinho (COMGÁS – Seminário ABRATT), 2007.

Outro destaque da empresa é o chamado “Plano de Prevenção de Danos 2007” que tem por objetivo prevenir danos às infra-estruturas urbanas durante as atividades de expansão e manutenção nas utilidades existentes no subsolo. As tubulações da COMGÁS compartilham o subsolo das cidades com as redes de outras companhias nos segmentos de água, esgoto,

¹⁶ No mesmo artigo, o gerente da COMGÁS comenta que o processo de vala a céu aberto é usado quando não há absoluta segurança sobre onde se encontram outras instalações subterrâneas existentes. A Comgás iniciou o uso do MND a partir de 1996, quando adquiriu um equipamento de 3,5 t e executava furos com seu próprio pessoal. Em 1999, adquiriu um equipamento de 12 t e foi a primeira referência do método no Brasil.

eletricidade, telefonia, tv a cabo, Internet e outros. Dentre as ameaças às quais as redes de gás estão sujeitas pode-se citar: falha nos materiais, movimentações de terra, erosões, corrosão, sendo as de maior relevância aquelas causadas pelas obras de terceiros. Por isso, a COMGÁS vem desenvolvendo esse programa desde 2003 e obtendo resultados importantes (COMGÁS, 2007).

1.6. Modelos para Determinação da Expansão da Rede de Distribuição de Gás Natural Baseados em Geotecnologias e em Bancos de Dados

O intuito deste item é mencionar as várias ferramentas profissionais e ainda em experimento no âmbito acadêmico, que visam a determinação de mercados para o GN e como cada um com sua especificidade de atuação, pode ser útil dependendo do tipo de análise que o usuário pretenda realizar. Nesta premissa está inserida a proposta do modelo desta tese que tem o diferencial de associar a cidade, a população e a concessionária em sua avaliação.

No âmbito profissional as concessionárias vêm aderindo, desde o final da década de 90 ao GIS (mapeamento por sistema de coordenadas geográficas), que facilita muito a interação entre a cobertura das redes e a localização de clientes. É comum, o uso de análises aéreo-referenciadas, bases cartográficas, geocodificação e busca por endereço, através do relacionamento espacial entre dados e aspectos da "Teoria da Localização" ¹⁷ com base em programas como o Spatial Data Mining, que visam o estudo de segmentação de mercado através de mapas e fotografias aéreas. De forma simplificada, esse sistema utiliza o conceito de overlays que são os conhecidos “mapas em camadas”, com pequeno grau de transparência, que sobrepostos, permitem a visualização simultânea de varias características como por exemplo, usos do quarteirão onde um possível cliente se localiza e os caminhos a percorrer para servir clientes pontuais. Em São Paulo, está difundido o método denominado Geomarketing, que consiste no mapeamento de diversas informações de mercado visando o planejamento de redes de distribuição com a combinação da definição de estratégias de preços, atuação no mercado e marketing. Tendo como base uma detalhada cobertura de mapas, o programa¹⁸ desenvolveu uma das mais avançadas ferramentas de interpretação de dados variados em mapas, possibilitando o gerenciamento e controle da área de marketing e planejamento de mercado.

¹⁷ Este conceito de planejamento urbano está baseado nos Anéis de Thünen, Lei de Reilly e Teoria do Lugar Central, que analisam a idéia do “ponto faz o local”.

¹⁸ A empresa responsável é líder mundial nesse âmbito (a Webraska do Brasil) e possui tecnologia própria para elaborar os mapas e analisar a melhor localização.

O relatório da ANP para determinação de mercados no Brasil (2005), realizado pela STRAT Consulting através de estudo da experiência internacional de processos de transformação do setor energético, do diagnóstico da indústria do gás natural no Brasil, do desenho de propostas para a configuração do novo modelo de indústria de gás natural no Brasil e da modelagem quantitativa da evolução do mercado de gás natural no período 2005-2014, serviram de base para o entendimento de modelos formulados a partir da análise global de pontos de vista dos criadores de políticas, de grandes consumidores e também de produtores. Destacam-se entre vários os diversos fatores estudados, o nível de conversão de cada combustível ao gás natural, o custo de conversão (medido como o período de recuperação do investimento necessário para que o usuário opte pela conversão); os preços nas várias fases de processamento do GN e principalmente quando do cálculo da demanda projetada através da quantidade de usuários potenciais de gás nas cidades baseada em projeções dos níveis de atividades industriais, que auxiliaram na verificação de parâmetros de consumo e de uso do CNAE (Cadastro Nacional da Atividades Econômicas- IBGE, 2003) conforme proposto neste trabalho.

Também nas Universidades¹⁹, estão em desenvolvimento diferentes ferramentas de estudos de mercado, baseadas em georeferenciamento e usos do solo (BANDEIRA e ARRUDA, 2004), em distâncias mínimas a percorrer (PRAÇA, 2003), em detalhamento de conversão de outras energias (LINDAU et al, 2004) e em distância e custos para servir em especial o GNV (PRATA e ARRUDA, 2004). Essa rápida verificação das ferramentas para o estudo de possíveis mercados de expansão das infra-estruturas, mostrou a validade da proposta do modelo baseado em tabulação numérica sob o método de análise hierárquica, incluindo parâmetros retirados de planos diretores e outras características sócio-econômicas não comumente consideradas para o estudo das relações descritas no objetivo geral e também, como um método coerente e simples para auxiliar estudos de mercado indicando as melhores áreas para receber rede canalizada de GN.

¹⁹ Pesquisa feita no âmbito acadêmico internacional, destaca os estudos de co-geração com o uso do gás natural (DINCA et al 2007) e sobre expansão de redes de GN (HROVATIN, 1998), ambos baseados na metodologia AHP mas que não podem ser incluídos em semelhança de modelos com os trabalhos das universidades brasileiras, já que a difusão da rede de gás natural em países europeus e da América como os EUA, Canadá e até mesmo a Argentina, está consolidada há algum tempo e portanto não apresenta a mesma relevância na atualidade que os estudos nacionais, já que aqui a rede de distribuição nas cidades ainda está em implantação.

1.7. Indicadores Urbanos e a Dinâmica das Cidades na Implantação das Infra-Estruturas: O Caso do Gás Natural

O primeiro objetivo deste estudo é analisar os parâmetros (fatores) que podem influenciar o processo decisório de implantação da rede canalizada de gás natural considerando diferentes aspectos do conceito de “dinâmica das cidades” que leva em conta simultaneamente, o desenvolvimento urbano e sócio-econômico dos municípios, conforme será definido no Capítulo 3.

O conceito de dinâmica urbana é baseado no contínuo 'movimento' e 'transformação' do espaço urbano, conforme estudos de FORRESTER (1969), em vários âmbitos, incluindo a distribuição espacial de áreas produtivas, residenciais, concentrações populacionais, condições de infra-estruturas e renda, bem como distâncias aos centros mais desenvolvidos (SEMPLA, 2002). O tratamento da dinâmica urbana pode partir do estudo de fatores de concentração de atividades (ALONSO apud VON THÜNEN 1964), e da própria constituição de um centro urbano em função das vantagens econômicas de aglomeração das atividades no espaço de ALONSO apud LÖSCH (1964), constituindo uma área aberta para atrair melhoramentos e novas atividades.

O conceito de dinâmica das cidades criado pelo critério de hierarquia urbana, presente na argumentação teórica baseada em economia regional de CHRISTALLER e LÖSCH (ALONSO, 1964), mostra áreas com maior concentração de atividades produtivas e que tendem a ser mais importantes do que outras com ocupação predominantemente residencial.

Esse conceito foi aprimorado para o desenvolvimento de modelos urbanos, nos Estados Unidos no final dos anos 50 para o planejamento de transportes, usando o que se convencionou denominar “Revolução Quantitativa” nas Ciências Sociais ou seja, selecionando parâmetros de diversas áreas do conhecimento, como Sociologia, Geografia, Economia, Ciências Políticas e Planejamento Urbano (INPE, 2003 apud BATTY, 1976).

Conforme mostra o relatório “Estratégia Ambiental - Lisboa” (IDAD, 2005), a dinâmica urbana representada pela análise conjunta de indicadores de uso do solo, redes de infra-estrutura, concentração de atividades, demografia e renda, podem ser utilizados para vários estudos e dentre eles, a condição do ar e a melhoria da qualidade de vida.

O agrupamento de parâmetros que constituem a dinâmica urbana, pode ser analisado como um diferencial entre cidades (ou em menor esfera territorial, entre bairros) sintetizando vantagens competitivas urbanas (LEMOS *et al*, 2003).

Considerando as possibilidades de atração (e repulsão) geradas pelas vantagens competitivas inseridas no conceito de dinâmica urbana, propõe-se a seleção de fatores que

possam intervir na implantação da rede de GN nas cidades brasileiras de perfil predominantemente urbano.²⁰

1.7.1. Atratividade à Implantação e Expansão de Serviços em Rede

Segundo levantamento de MASSARA (2002), os fatores que interferem na implantação de infra-estruturas urbanas são vários, desde as possibilidades de consumo pela renda familiar e sofisticação de usos do solo até os custos oriundos das distâncias a servir, bem como, a concentração de prédios, indústrias, hotéis e futuros projetos de intensificação de ocupação de áreas antes representadas por uso residencial horizontal.

Outro ponto determinante é a seqüência de implantação dos serviços, partindo daqueles denominados essenciais como o saneamento, a iluminação pública e a energia elétrica²¹ e que desempenham importante papel na atração ou repulsão a outros serviços em rede, que em geral são implantados quando estes outros já estão difundidos.

A localização dos bairros (ALONSO, 1964) é um importante agente de transformação dos *usos do solo* (VILLAÇA, 1998) e tem papel relevante na atração dos serviços urbanos em rede. A infra-estrutura urbana abrange um conjunto de elementos indispensáveis para a estruturação e o desenvolvimento das cidades. Quanto mais próximo ao centro já servido, maior é a probabilidade de demanda por redes de infra-estrutura e equipamentos sofisticados, determinando na maior parte das vezes o **status social** (SANTOS, 1987), traduzido neste estudo pelos *índices de exclusão social* (SPOSATI 1996; 2000) e *desenvolvimento humano* (IBGE, 1991, SEMPLA; 2002), que assim como as redes essenciais, tem papel fundamental na “capacidade social” de receber e consumir o gás natural. A disponibilidade dessas redes é fator indispensável para a aferição de qualidade de vida das populações urbanas no que se refere às condições de moradia e trabalho. A presença ou ausência dos serviços de infra-estrutura tem impactos diretos sobre os processos de inclusão ou exclusão social (SEMPLA, 2006).

A **distribuição de renda** mais do que a densidade demográfica, é fator de atração para implantação das redes e sofisticação dos usos, em particular para o consumo de energia (VETTER e MASSENA, 1982).

Assim também para as facilidades técnicas e custos de implantação, representadas pelas **distâncias a servir tanto nas extensões de distribuição como nas ramificações dentro**

²⁰ Um estudo de caso utilizando cidades cuja característica urbana é mesclada à rural é desenvolvido quando é proposta a análise de atratividade a distribuição de GN na Região Administrativa de Araçatuba.

²¹ A energia elétrica é o serviço em rede que melhor acompanhou o desenvolvimento urbano das cidades acompanhando nas regiões metropolitanas a expansão da mancha urbana (SEMPLA, 2002, ROLNIK, 1997)

dos bairros. Conforme ROLNIK (1997), partindo do núcleo central, fica implícita a idéia de que a instalação das redes se torna mais simples e barata ao redor da região já servida, o que justifica a maior rapidez com a qual os bairros em torno desse primeiro núcleo receberam os serviços.

MÁSCARO (1979) realiza estudo completo sobre a implantação de redes de infraestrutura, destacando *as extensões a servir*, os tipos de concentração de usos do solo e conseqüentemente as *densidades construídas* como pontos-chave na escolha de áreas a receber o serviço. Também avalia como fatores predominantes para a decisão, àqueles relacionados ao investimento para a obra civil e ao volume que pode ser transportado nos tubos, baseado em estimativas de consumo em regiões com predominância de usos industriais, (daí a introdução do conceito de *zoneamento*), mostrando ainda que a demografia pouco interfere na decisão já que existe um limite para a diminuição de diâmetros que acaba por não permitir alteração mesmo que para passar pouco gás visando servir menores comunidades. Destaca na mesma obra que, como todos os outros bens e serviços que a comunidade necessita, a demanda efetiva de serviços está associada à *renda efetiva* da população.

Os projetos visando o *desenvolvimento urbano* de áreas periféricas (SEMPLA, 2002), comum a todas as cidades brasileiras, também podem junto ao zoneamento, ser considerados como instrumento na intensificação da ocupação de áreas com vazios ou pequena densidade construída (WILLIAMS, 1966). O zoneamento com sua função atual, e o desenvolvimento urbano, com seu papel futuro, podem ser agentes de incremento no uso do gás natural.

A concentração de atividades econômicas como método de projeção de consumo descrita por GROENENDAAL (1998), considera além do detalhamento em volume, a projeção simples por número de estabelecimentos e tipo de atividade e foi adaptada ao modelo proposto nesta tese, segundo informações do IBGE (Cadastro Nacional das Atividades Econômicas) através da *estratificação por usos do solo* e respectivos setores produtivos. O exemplo de detalhamento da tipologia de hospitais usado por TOLMASQUIM *et al* (2002) também constituiu exemplo da estratificação do setor de serviços usado em outras áreas, visando a determinação in loco das possibilidades de consumo do gás natural demonstradas nos Capítulos 3 e 5.

Já a intensificação de áreas verticalizadas e conectadas a rede de gás natural, passam a ser fator ao mesmo tempo de valorização imobiliária (com ganhos para as construtoras) e de aumento do consumo de GN (com ganhos para a concessionária). A construção de imóveis com a tubulação interna para uso do gás natural é uma nova tendência do setor da construção

civil. Segundo construtoras e arquitetos, a procura por imóveis com redes de distribuição de gás natural cresce a cada ano, e o planejamento prévio da tubulação tornou-se, mais que uma facilidade, uma necessidade de mercado. Ainda de acordo com profissionais do setor, o planejamento da tubulação de gás natural em um imóvel, ainda na planta, proporciona economia nos gastos com construção, evitando desperdício de material, além de conferir beleza e segurança à obra, (GAS NATURAL SÃO PAULO, 2006).

Nas localidades onde existe a legislação garantindo a preexistência de instalação a gás para água quente, como é o caso do Município de São Paulo, é evidente a vantagem econômica da utilização do gás como energético para aquecimento de água. (FOSSA, PIERROBON e CHAGURI, 2000). Com base nessas afirmativas, insere-se como fator de influência no modelo para expansão da rede de gás natural o parâmetro *número de lançamentos imobiliários*.

Embora o MND seja um método que tem como um dos objetivos, diminuir o transtorno por interdição de parte da via de tráfego, sua difusão ainda está em crescimento. Segundo a COMGÁS (ABRATT, 2005), o MND é utilizado em 95% dos casos quando a obra usa dutos em polietileno e 85% quando usa aço. A GASMIG utiliza o MND em aproximadamente 20% de suas obras com projeção de expansão futura na utilização do método para 80% do total de obras. Mas como o método ainda não é totalmente difundido, justifica-se que seja considerado um parâmetro que traduza o mapeamento da área a servir (e com conseqüente interdição de parte do leito carroçável) em função *do número de vias de grande tráfego*.

Como último parâmetro incluído na modelagem, está a *taxa de urbanização*, que se explica por si só já que o próprio conceito de dinâmica urbana enfatiza áreas com maior porcentagem de concentração urbana em relação à rural. Essa diferenciação e seu reflexo no uso da rede de distribuição de gás natural, fica clara quando do estudo de caso para a região noroeste do Estado de São Paulo.

1.7.2 Adensamento

A cobertura dos serviços nas áreas centrais leva a crer que ao invés de expandir a ocupação urbana em direção a regiões periféricas e desprovidas dos serviços, deve-se aproveitar a infra-estrutura já instalada no centro da cidade, já que o adensamento da população consumidora amplia quantitativamente os mercados sem expandi-los espacialmente, às vezes até comprimindo-os em áreas menores. Esta afirmação nos remete ao conceito de “potencial de adensamento” (GUALDA, 1992), ou seja, o estudo da capacidade

das redes em cada região versus o seu efetivo uso, exigindo uma complexa verificação não somente de sua capacidade como também da condição física de cada tipo de infra-estrutura em separado, pois nem todas as redes permitem maior utilização (como por exemplo, a rede de energia elétrica). Em 1972, os estudos de MALISZ, fornecem a idéia da Teoria dos Limiares, utilizada para estudos de implantação das redes e sua máxima utilização.

O trabalho de VILLAÇA (1978), menciona o adensamento como efeito indireto e positivo das obras públicas de infra-estrutura no uso do solo urbano, embora ressalte que poucos são os casos que incentivem o aumento da densidade já que é comum ainda, mesmo em grandes cidades, haver expressivo déficit nos serviços públicos. A esse respeito, vários autores são unânimes em afirmar que, quanto maior a densidade, menor é o custo de implantação da rede, principalmente se esta afirmativa for vista sob o ângulo do poder público; por outro lado se faz necessário o controle desse adensamento visando a não sobrecarga e colapso das redes.

Por outro lado, deve-se observar a deterioração das condições ambientais decorrente da sobrecarga da infra-estrutura ou dos equipamentos, ou da implantação de funções novas que prejudicam as existentes, inviabiliza certos usos ou atividades, forçando a sua substituição por outros. Na definição desse limite de ocupação, aparece novamente a importância do planejamento urbano enquanto agente regulador do uso do solo através do zoneamento que é um instrumento na compatibilização do aproveitamento dos terrenos com a capacidade das redes de equipamentos e serviços urbanos. Existem dois conceitos diferentes para adensamento:

- Um vinculado a atrair mais população por exemplo, através da construção de prédios onde só havia casas;
- Outro vinculado apenas à conectar a população já existente.

O gás natural se encaixa bem em ambos, mas vale lembrar que adensar redes já implantadas através da primeira opção, pode acarretar distúrbios em outras infra-estruturas. Por exemplo, se adensar a rede de GN pode ser viável, talvez o mesmo incremento populacional possa ser inviável por exemplo, para a rede de energia elétrica²². Por outro lado, a segunda opção exige verificação se os domicílios ainda não ligados à rede não o fazem por costume em usar botijões e energia elétrica ou por questões tarifárias ou ainda dada a inexistência de instalação predial para tal fim, entendemos que o importante é apontar onde cabe adensamento, a decisão entre adensar ou não cabe as concessionárias e as prefeituras.

²² Menção a falta de espaço no chamado “centro expandido” de São Paulo para a construção de estações transformadoras de distribuição de energia elétrica e o custo da locação das estações na periferia da cidade.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO DA REDE CANALIZADA DE GÁS NATURAL

Para a escolha de locais passíveis de implantação, expansão ou adensamento das redes de infra-estrutura, vários fatores devem ser considerados na avaliação de áreas que constituirão um mercado consumidor, em especial, para o gás natural.

Neste trabalho, focaliza-se a importância do perfil urbano de cada bairro como base para verificação de estimativas de mercado respaldadas no estudo das relações entre questões sociais, na demanda por energia, na dinâmica das cidades e no custo de implantação da infra-estrutura de distribuição canalizada de gás natural.

Objetiva-se propor uma metodologia de estudo que integre a dinâmica das cidades ao desenvolvimento de outras fontes energéticas, com uma aplicação específica para a questão do avanço do gás natural no Brasil e em especial no mercado paulista, visando desenvolver procedimentos que permitam analisar e orientar a expansão e o adensamento da rede física de gás natural canalizado dentro de um município.

A modelagem sistêmica dos fatores envolvidos foi elaborada através das seguintes etapas:

- Identificação, caracterização e sistematização dos principais parâmetros intervenientes;
- Definição das células de estudo conforme a disponibilidade de informações sobre esses parâmetros;
- Hierarquização dos fatores quantitativos e qualitativos através da atribuição de uma escala de priorização visando unificar a dimensão associada a todos os indicadores avaliados na unidade de análise para que possam ser tratados estatisticamente;
- Avaliação do sistema com a finalidade de orientar a escolha, recorrendo a diretrizes teóricas e também à aplicação do método de análise hierárquica para apoiar a modelagem;
- Validação de critérios de apoio a tomada de decisão para o planejamento da expansão da rede canalizada de GN com base em estudos de caso nos municípios do Estado de São Paulo, através da comparação entre o resultado obtido com a utilização do modelo e o mapeamento da rede já implantada (ou seu plano de expansão).

Desta forma, pretende-se identificar as possibilidades a médio e longo prazo, de ampliar a utilização do gás natural canalizado em bairros próximos ao centro e em outros periféricos, que tenham perspectiva de demanda por energia e em especial, que possam usar o gás natural.

2.1. Organização dos Fatores de Influência – Os “Parâmetros”

Segundo o estado da arte apresentado no Capítulo 1, foram definidos os parâmetros envolvidos no estudo da implantação, adensamento e expansão da rede canalizada de gás natural com respaldo em três áreas do conhecimento:

- A implantação de infra-estrutura urbana fundamentada na Engenharia Civil (com ênfase no desenvolvimento tecnológico de métodos para inserção dos dutos);
- A gestão das cidades fundamentada no Planejamento Urbano e Regional;
- O Planejamento Energético fundamentado nas Ciências Aplicadas a Energia.

Considerando que a seleção dos parâmetros deve partir do conceito de que a infra-estrutura para o gás natural chega às cidades em geral quando estas já estão formadas e que este é um serviço com o viés da obtenção de lucro como primeiro objetivo²³ e que ao mesmo tempo pode melhorar a qualidade de vida da população e otimizar processos dos setores industrial, serviços e comércio foram associadas às três áreas do conhecimento, três grupos de interesse:

- A Concessionária do Serviço de distribuição de Gás Natural;
- A prefeitura dos Municípios, representada por seus departamentos de Obras, Infra-estrutura e Planejamento Urbano;
- Os consumidores.

Assim foram determinados os fatores de influência na implantação da rede de GN organizados em 2 análises (detalhadas ao longo dos capítulos 3 e 5).

A primeira análise é intitulada “Sistemas de Informação” e visa reunir os parâmetros por origem da informação e área de atuação, determinando assim 4 sistemas:

- *Indicadores de Qualidade de Vida*: parâmetros relacionados à existência de equipamentos sociais (escolas, hospitais e de lazer) e outras redes de infra-estruturas e seu reflexo no bem-estar da população;
- *Indicadores de Planejamento Urbano*: parâmetros relacionados aos planos diretores das cidades e que colaboram com a análise indicando concentrações por uso do solo, áreas com capacidade de sofisticação de usos gerando maior demanda por energia e incremento industrial, áreas já servidas pela rede de gás natural mas com capacidade para adensamento de uso.
- *Indicadores de Projeção de Consumo de Gás Natural*: parâmetros relacionados diretamente concentração populacional e renda familiar (ou poder de compra), e na

²³ Comparado por exemplo, ao serviço Saneamento Básico que deve em primeiro lugar visar a saúde pública.

estratificação em domicílios e atividades econômicas possibilitando a estimativa de consumo partindo apenas do número de unidades (sem considerar porte ou setor de atuação) até pesquisa amostral para determinação de volumes de conversão ao GN de outras energias como a elétrica, óleos e gás liquefeito.

- *Indicadores do Sistema Canalizado*: parâmetros relacionados indiretamente ao custo da obra civil e problemas com interdição das vias para implantação dos dutos subterrâneos, como a distância entre a área servida e áreas por servir, extensões das ruas, incidência de tráfego e densidades construídas por tipo de uso do solo que indicam maior ou menor ramificação dos dutos.

A segunda análise agrupa os mesmos parâmetros em categorias de ocupação do solo, visando sua relação com as faixas tarifárias cobradas pelas concessionárias e que também são divididas por usos do solo:

- *Uso Residencial*: reunião dos parâmetros com relação direta na concentração de domicílios;
- *Uso Comercial*: reunião de parâmetros com relação direta na concentração de estabelecimentos comerciais (como supermercados, padarias, açougues) e que coincidem com o uso residencial já que o comércio em geral, se apóia no uso residencial e na concentração demográfica para se sofisticar (salvo no caso de lojas de vestuário, que podem estar concentradas em bairros centrais onde o uso residencial é menor, mas que constituem um setor não propício ao uso do gás natural);
- *Uso Prestação de Serviços*: reunião de parâmetros com relação direta na concentração de estabelecimentos de serviços (como lavanderias, hospitais particulares, restaurantes, lanchonetes, hotéis) e que em geral se apóia nas mesmas características dos usos comercial e residencial, apenas com a diferenciação de se estabelecer e sofisticar de acordo com sua localização e renda dominante na região e não somente pela concentração populacional .
- *Uso Industrial*: reunião de parâmetros com relação direta na concentração de instalações industriais e que não se apóiam nas mesmas características dos outros usos por em geral não dependerem de fatores externos para sua alocação a não ser o zoneamento e assim a permissão para sua implantação nessa ou naquela área.
- *Uso Agropecuário*: embora o estudo se concentre na dinâmica urbana, como será demonstrado adiante, uma das áreas selecionadas para estudo mescla usos urbanos aos rurais o que faz que mesmo em análise superficial seja necessária a inserção de parâmetros que

ressaltem as possibilidades “urbanas” para uso do gás natural em cidades fora das regiões metropolitanas.

Para efeito de conceituação dos fatores de influência selecionados para a análise da rede canalizada de gás natural, os parâmetros serão descritos e justificados no Capítulo 3²⁴, segundo o primeiro agrupamento, ou seja, por sistemas de informação.

2.2. A Coleta de Dados para Composição dos Agrupamentos de Parâmetros

Para a coleta de dados sobre os parâmetros (valores qualitativos e quantitativos) que definirão os agrupamentos já descritos que serão utilizados nos Capítulos 4 e 5, e visando facilitar a obtenção de informações para a análise proposta em qualquer cidade brasileira, foi elaborada pesquisa com o objetivo de criar uma diretriz geral de órgãos oficiais que concentram as informações em forma de tabelas e mapas conforme a descrição a seguir:

- *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística:*

Através de relatórios impressos ou de material disponibilizado na internet como o Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), é possível a obtenção de informações sobre o “índice de desenvolvimento humano, renda, densidade demográfica, taxa de urbanização, atendimento por rede de abastecimento de água, coleta de esgotos e estratificação de domicílios e atividades econômicas”. Porém embora haja informação para todo o Brasil, a unidade de estudo é o município.

- *Confederação Nacional de Municípios:* disponível em site, a CNM permite a visualização de informações municipais sobre rede de infra-estrutura, IDH e perfis das cidades, com base em dados do IBGE.

- *Prefeituras:*

O contato com as prefeituras municipais visa a disponibilização de informações detalhadas tendo como base o bairro ou o distrito sem a pesquisa de campo, permitindo a reunião de parâmetros vinculados ao plano diretor como “desenvolvimento urbano, uso do solo, zoneamento, extensão das vias, incidência de tráfego” e principalmente “densidade construída por usos do solo”, que dificilmente pode ser levantado sem a consulta ao Cadastro

²⁴ No capítulo 3, cada parâmetro será definido e justificado, bem como será feita a conceituação de quais estabelecimentos são definidos pelo IBGE como comércio e serviços, bem como quais são os setores da indústria brasileira (vide páginas 95,96 e 97).

Predial e Territorial do Município. Em geral a consulta deve ser feita ao Departamento de Planejamento Urbano e na falta deste ao Departamento de Obras e Infra-Estrutura.

- *Correios:*

O Diretório Nacional de Endereços (DNE) funciona como uma “lista telefônica” de empresas e indústrias com utilização básica para mala direta (divulgação de empresas), permitindo a obtenção do número de unidades por bairros nos diversos setores de atividades econômicas, correspondendo aos parâmetros “estratificação de comércios, serviços e indústrias”. Este serviço requer assinatura do usuário.

- *Concessionárias de Gás Natural e de Outros Serviços em Rede:*

A consulta às empresas distribuidoras de gás natural tem por objetivo a obtenção de dados oficiais sobre bairros já servidos que permitem separar a análise proposta em dois campos: o adensamento de locais onde a rede já existe e o estudo de um ranking de atração ao serviço nos bairros ainda desprovidos de rede. Esse mapeamento também é utilizado para determinar o valor do parâmetro “distância ao último ponto já servido” e para elaboração das faixas tarifárias que serão utilizadas no cálculo do retorno simples, descrito no capítulo 5. Como cada Estado possui uma ou mais concessionárias é necessária a verificação de qual delas é a responsável pela área que se quer analisar.

Destaca-se também a importância das Concessionárias e de Associações ligadas à infraestrutura e em particular, ao uso do gás natural, para obtenção de porcentagens de conversão ao gás natural para os vários setores produtivos.

No estudo específico do Estado de São Paulo, recomenda-se as seguintes fontes de pesquisa:

- *Fundação Sistema de Análise de Dados:* a disponibilidade de serviços via internet para todos os municípios paulistas e em detalhe para os 96 distritos da capital, permite o levantamento de mapas dinâmicos, com combinação de informações e tabelas sobre parâmetros semelhantes àqueles disponibilizados pelo IBGE, como indicadores básicos de qualidade de vida e indicadores utilizados para projeção de consumo de gás natural (vide figura 2.1.), que podem ter maior atualização na data base de coleta. Mediante solicitação ainda é possível a consulta a base de microdados para informações sobre número de unidades por setor de atividade semelhante àquelas fornecidas pelo DNE dos Correios.

- *Prefeituras dos municípios selecionados para a tese:*

Para o caso particular do município de São Paulo, ressalta-se a grande disponibilidade de material em bibliotecas e via internet. Através de consulta a PRODAM (Departamento de Processamento de Dados) e a SEMPLA (Secretaria de Planejamento Urbano) é possível levantar todos os parâmetros selecionados neste trabalho e definidos no Capítulo 3. O Conceito de “Dinâmica Urbana” que direciona este trabalho, parte na íntegra de seus relatórios e é adaptado ao uso de todos os outros municípios.

Na região administrativa de Araçatuba, as prefeituras dos 8 municípios selecionados disponibilizam informações chave sobre qualidade de vida, estratificação em unidades e atividades produtivas, mas muitas vezes sem a atualização dos planos diretores realizada em 2006. O Município de Araçatuba mantém em sua página todos os mapas digitalizados, facilitando a obtenção dos parâmetros sobre planejamento urbano, oriundos de seu plano diretor. O parâmetro de mais difícil obtenção é a densidade construída por não permitir fácil estimativa por pesquisa de campo e assim necessitar de pesquisa nos cadastros imobiliários.

É necessário ressaltar também, que conforme já mencionado, o levantamento de dados sobre a região de Araçatuba foi fundamentado na cooperação com o projeto PIR²⁵, facilitando sua obtenção.

Para São Caetano do Sul, combinou-se o uso de informações da Prefeitura e por seu pequeno território o levantamento de campo.

- *Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e Conferência das Indústrias do Estado de São Paulo:*

Para o estudo das unidades industriais das 3 regiões selecionadas recomenda-se também a consulta aos registros da FIESP e CIESP,²⁶ lembrando que em ambos os casos apenas são listadas as indústrias que se inscreveram para tal, o que gira em torno de 20 a 60% do valor total existente (quando comparado ao material da Prefeitura) e que em geral corresponde as indústrias de pequeno, médio e grande porte e dificilmente as micro indústrias, tornando sua utilização amostral validada, já que o porte além do setor de atuação, também influencia na estimativa de consumo de energia.

- *Concessionárias de Gás Natural:*

²⁵ Referência ao Projeto PIR - FAPESP Nº 03/06441-7.

²⁶ Destaca-se que a CIESP forneceu gratuitamente o material solicitado.

Para as áreas selecionadas, fez-se necessário o contato com a Comgás (São Paulo e São Caetano do Sul) e Gas Brasileiro (região Administrativa de Araçatuba)²⁷.

- *Relatórios sobre a Região de Araçatuba:*

Foram utilizados os relatórios e teses elaborados pela equipe do PIR, que caracterizam a região com ênfase em aspectos dos usos energéticos, tendo como cenário a dinâmica de ocupação e atividades econômicas do oeste paulista²⁸.

- *Empresa Metropolitana de Planejamento:*

Para os 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo, a EMPLASA disponibiliza o Atlas de Uso e Ocupação do Solo por cidades após atualização dos planos diretores de 2006.

- *Pesquisa Amostral:*

Como indicado, existem várias formas de obtenção de informações sobre os parâmetros estudados neste trabalho. Caso haja dificuldade na obtenção de informações sobre planos diretores²⁹ (que podem ou não existir ou estar desatualizados), recomenda-se a pesquisa *in loco* por quarteirões, segundo o critério de SEMPLA que tem como regra “a predominância de 60% ou mais do fator pesquisado no quarteirão”³⁰ associada a amostra por conveniência ou amostras intencionais, que utilizam o conhecimento prévio do usuário sobre o que se deseja selecionar, dispensando a amostragem probabilística.

2.3. Seleção das áreas de estudo

Visando a possibilidade de incrementar a utilização de gás natural no Brasil em usos urbanos do cotidiano, através do desenvolvimento de metodologia envolvendo a demanda por energia de bairros centrais e periféricos com diferentes características sócio-econômicas e assim verificar as relações propostas no objetivo geral, bem como a coerência do modelo numérico proposto para respaldar a análise teórica das relações, foi selecionado para estudo de caso, três áreas do Estado de São Paulo conforme mostra as figuras 2.1 (a) e (b). A

²⁷ A COMGÁS também forneceu gratuitamente o material solicitado.

²⁸ Disponíveis para pesquisa no site: <http://www.seeds.usp.br/pir/>.

²⁹ Lembrando que a Constituição Federal de 1988 exige Plano Diretor para cidades com mais de 20.000 habitantes e que no ano de 2006 as cidades tiveram que atualizar seus planos, embora muitas ainda estejam em processo de aprovação.

³⁰ Como exemplo, mencionamos o mapeamento de uso do solo. Se o número de domicílios em um quarteirão é igual ou superior a 60%, esse quarteirão é denominado de “uso residencial”. Para diferenciar se a área possui muitas casas ou prédios, usa-se o conceito de densidade construída.

localização das regiões dentro do Estado, aparecem nos quadros menores ao lado dos mapas das duas regiões.



Figura 2.1 (a) Região Administrativa de Araçatuba.



Figura 2.1. (b) Região Metropolitana de São Paulo.

Fonte: SEADE, 2007.

O Município de São Caetano do Sul

A cidade de apenas 15 km² localizada a sudeste da capital, no limite entre os distritos do Ipiranga, Sacomã e Vila Prudente, é composta por 15 bairros e apresenta em seu histórico formação predominantemente industrial (São Caetano do Sul, 2005). Porém nos últimos quinze esse perfil se transformou, dada a transferência ou fechamento de algumas indústrias, obrigando a uma rápida revisão das possibilidades de ocupar o vazio deixado pela contribuição dessas empresas por outros tipos de ocupação do espaço urbano. Para tal, o zoneamento da cidade propiciou a verticalização da maioria dos bairros para o uso residencial, médio e alto padrão, bem como o incentivo ao comércio e prestação de serviços, se mesclando ao uso industrial de pequeno porte distribuído por todos os bairros do município.

Esse processo de aumento da concentração demográfica, da renda familiar, da densidade construída e conseqüentemente do consumo de energia, acabou por atrair a atenção

da distribuidora de gás para a implantação da rede subterrânea que começou a ser instalada em junho de 2004, na intenção de servir mercados basicamente de uso misto - residencial alto padrão com comércio e prestação de serviços - mostrando que esse tipo de ocupação pode ser preponderante na criação de novos mercados.

Destaca-se como premissas para sua seleção:

- A difusão recente da rede canalizada permitiu o acompanhamento in loco da seqüência de expansão (diferentemente de São Paulo, com distritos já servidos desde o início do século XX) e a verificação simultânea com o resultado obtido com o uso do protótipo descrito no Capítulo 5;
- Pela pequena dimensão do município, facilidade na identificação de áreas servidas pela rede mas, que ainda usam GLP tornando-se assim pontos passíveis de adensamento³¹;
- Uso misto mais difundido do que em São Paulo, com poucos quarteirões de uso predominantemente residencial propiciando um estudo com novo enfoque, onde as micro indústrias, restaurantes, hospitais, academias de ginástica e faculdades se espalham ao longo do território, possibilitando o teste de maior precisão no uso do protótipo devido às pequenas variações de características fundamentais entre os bairros;
- O território ainda é servido apenas pontualmente, embora sua expansão esteja em desenvolvimento o que propicia seu acompanhamento em tempo real.

O Município de São Paulo

Conforme sugerido nas Recomendações sobre a Política para o GN (IE, 2004), a escolha de São Paulo como uma “Cidade Toda-Gás”, serve para efeito de demonstração da completa utilização do gás natural em todas as suas aplicações.

No caso deste trabalho, essa escolha tem respaldo:

- Na disponibilidade de informações para agilizar a elaboração e teste do modelo proposto;
- Na possibilidade de adensamento de uso da rede já instalada: o aumento do fator de utilização da infra-estrutura implantada no centro expandido, além de ampliar o mercado consumidor pode alavancar o financiamento de expansão da rede. Conforme menciona MOUTINHO DOS SANTOS *et al* (2002): "No município de São Paulo, ao longo das avenidas marginais dos rios Tietê e Pinheiros, concentra-se uma das maiores áreas comerciais do país, com vários shopping centers e grandes edifícios de escritórios. Estão todos localizados a menos de 2km do anel de alta pressão da Comgás, mas raramente o consomem".

³¹ Assunto abordado no Capítulo 1 e que é retomado no Capítulo 5.

Pelo mapa da Comgás (2006) nota-se que existe franca expansão no uso do gás natural nas regiões mencionadas, porém, ainda há grande possibilidade de incremento do seu uso.

- Na complexidade da expansão da infra-estrutura para distritos periféricos em áreas urbanas já consolidadas e em desenvolvimento: é notório que a ampliação da malha de dutos é onerosa e provavelmente não justificável na periferia extrema da cidade, porém nos distritos mais próximos da área já suprida, parece, em análise superficial, ser viável, tanto considerando a distância de prolongamento das tubulações, quanto aspectos de demanda e renda da população. O ponto de maior conflito está na abertura de valas em ruas de tráfego intenso e totalmente urbanizadas, bem como, na falta de mapeamento subterrâneo indicando o posicionamento de outras infra como energia elétrica, água e esgoto, cabo ótico e telefonia, como confirma MORAES (2003): "A falta de infra-estrutura para levar o gás aos clientes é uma das barreiras para o maior crescimento da participação do gás natural na matriz energética de São Paulo (estado). Dentro da cidade, a situação é um pouco mais complicada, pois envolve o Convias e Administrações Regionais, entre outras entidades";
- Na complexidade do município paulistano, fonte inesgotável de debates e conclusões sociais, econômicas e técnicas para expansão de infra-estruturas.

Como limitação espacial dentro da Cidade de São Paulo, usaremos a divisão em 96 distritos em conformidade com as informações disponibilizadas pelo IBGE e pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano.

A região Administrativa de Araçatuba

A escolha dessa região se deve a oportunidade de utilização de informações do projeto que vem sendo desenvolvido desde 2004 no Departamento de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da USP intitulado: "Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – Gestão de Oferta e Demanda"³², que realiza estudos com financiamento concedido pela FAPESP, visando uma análise que permita às empresas energéticas comparar consistentemente o custo efetivo de todos os recursos alternativos (do lado da oferta – GLO e do lado da demanda -GLD), levando em conta características financeiras, ambientais e de confiabilidade (UDAETA *et al*, 2007) o que é denominado "Avaliação de Custos Completos", sendo um planejamento em que se busca a melhor alocação dos recursos disponíveis atendendo aos requisitos do desenvolvimento sustentável (UDAETA *et al*, 2004).

³² Ibidem 25.

Da região composta por 43 municípios foram selecionados oito (vide figura 2.1a apresentada à página 60), pelo critério de concentração demográfica e assim maior possibilidade de utilização das informações oriundas de planos diretores³³.

Destaca-se entre os vários recursos energéticos da região o gás natural, que neste trabalho é focalizado enquanto rede de distribuição subterrânea e que justifica a seleção da área de estudo considerando os objetivos:

- Trabalho de cooperação com o grupo do PIR utilizando seu acervo de pesquisa, dinamizando a montagem dos sistemas de informação;
- Elaboração pelo lado da demanda do ranking dos municípios mais propícios ao uso do gás natural segundo os parâmetros estudados neste trabalho;
- Introdução do estudo de municípios de perfil urbano mesclado ao perfil rural com enormes extensões territoriais e grande potencial de desenvolvimento econômico;
- Estudo da região no trajeto do GASBOL;
- Análise de uma região fora da área metropolitana que mescla usos industriais ao turismo e à agropecuária, com grandes extensões territoriais.

A descrição das três áreas selecionadas e sua relação com o potencial de consumo de gás será melhor abordada ao final do Capítulo 3.

2.4. Influência dos Parâmetros e o Método de Análise Hierárquica como Ferramenta Auxiliar da Tomada de Decisão

A tomada de decisão em um ambiente complexo normalmente envolve múltiplos critérios, dados imprecisos e/ou incompletos, múltiplos agentes de decisão etc. Para servir de apoio a esse processo surgiu na década de 70, um campo da Pesquisa Operacional denominado Apoio Multicritério à Decisão.

O *AHP (Analytic Hierarchy Process)* é um dos métodos multicritério mais utilizado no apoio à tomada de decisão e na resolução de conflitos negociados, em problemas com múltiplos critérios. Conforme aponta SAATY (1991), os princípios da análise lógica que fundamenta o AHP são:

- *Hierarquia*: consiste na técnica de organizar as ideias nascidas nas mentes humanas, de forma a facilitar a análise e a exploração de cada parte dessas ideias;
- *Prioridades*: a mente humana também tem habilidade de perceber as relações de resultados de suas observações, comparando pares ou similares dessas observações ou fatos, utilizando

³³ Vide nota de rodapé 29.

determinado critério e discriminando entre os pares a intensidade ou a preferência de um sobre o outro. A aplicação do *AHP* permite entender o sistema como um todo;

- *Consistência lógica*: este é o terceiro princípio do *AHP*, que consiste na capacidade de estabelecer uma lógica para cada um dos elementos, relacionando o seu nível de consistência

Segundo SAATY (1980), sua teoria “reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Ao defrontar-se com um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, ela os agrega em grupos, segundo propriedades comuns”. A questão central do método é identificar com que peso os fatores individuais do nível mais baixo de uma hierarquia influenciam seu fator máximo, ou seja, o objetivo geral.

O método baseia-se no modo como a mente ocidental trata geralmente os problemas complexos, ou seja, através de conceituação e estruturação: o conflito da existência de muitos elementos de decisão, controláveis ou não e sua agregação em grupos, através das propriedades específicas comuns. O ser humano pesquisa a complexidade na decomposição para, depois, com as relações encontradas, sintetizar. É o processo fundamental da percepção da complexidade, torná-la tratável analiticamente, pela decomposição e síntese.

A metodologia do *AHP* abrange três etapas: a estruturação (decomposição) do problema, os julgamentos comparativos e a síntese das prioridades.

SAATY e VARGAS (1982) explicam as fases fundamentais no processo de apoio à tomada de decisão:

- *Análise do sistema em estudo* : que identifica, caracteriza e hierarquiza os principais atores intervenientes, explicitando as alternativas de decisão potenciais que se pretende comparar entre si em termos dos seus méritos e desvantagens face a um conjunto de critérios de avaliação, definidos de acordo com os pontos de vista dos atores envolvidos;
- *Avaliação do sistema*: que tem por finalidade esclarecer a escolha, recorrendo à aplicação de métodos de múltiplos critérios para apoiar a modelagem para o apoio à decisão, mostrando quais os parâmetros de maior influência..

A identificação do problema e seu diagnóstico leva em conta o levantamento de critérios (medidas reais) e subcritérios (derivados por semelhança de cada grupo de critérios). Conforme aborda SAATY (1994), para a seleção de critérios deve-se considerar três propriedades: a exaustividade, a não-redundância e a homogeneidade, definidos a seguir:

- *Exaustividade* significa que cada critério, com suas variáveis, completa na totalidade cada uma das diferentes dimensões do problema;

- Homogeneidade quer dizer que os critérios de cada nível devem ser comparáveis, isto é, possuir uma ordem de importância similar.

A comparação par a par é feita usando uma escala própria definida por Saaty como *escala fundamental*. O ser humano tem um limite psicológico máximo para comparar elementos e julgá-los corretamente - 7 ± 2 itens. Isso implica em 9 pontos distintos de julgamento, na escala fundamental ³⁴ de Saaty.

Atributo	Julgamento de prioridade entre pares
1	Sem priorização
3	Moderada priorização
5	Forte priorização
7	Muito forte priorização
9	Extremamente prioritário
2,4,6,8	Valores intermediários (não utilizados neste estudo)

Tabela 2.1. Escala de Valores AHP para comparação pareada.
Fonte: DECISION LENS, 2006.

A ordenação hierárquica é um tipo de estrutura hábil para fornecer uma visão global do problema e da relação de complexidade, que ajuda o decisor na avaliação da dimensão e conteúdo dos critérios, através da comparação homogênea dos elementos. Como consequência, o processo reduz-se a uma seqüência de comparações aos pares desses componentes identificados.

Por este processo, o AHP ajuda os decisores a criar um modelo das prioridades onde é atribuído o peso inicial da meta que corresponde a 100% da influência, que é distribuído a partir do primeiro ao último nível, resultando em porcentagens de influência para cada critério e sub-critério elencado no modelo (DECISION LENS, 2006).

A síntese da lógica AHP é uma multiplicação linear associada a um processo de soma dos pesos. Se o usuário aumenta o peso de um critério, os fatores associados àquele critério sempre adquirirão pontuações crescentemente mais altas.

Vale ressaltar conforme SAATY (1994), que a abordagem do problema de decisão, sob o enfoque do Apoio Multicritério à Decisão, não visa apresentar ao decisor ou aos decisores uma solução ao seu problema, elegendo uma única verdade representada pela ação selecionada. Visa sim, apoiar o processo decisório, indicando os fatores de maior influência, apresentando a análise global do sistema e indicando alternativas como diretrizes para se alcançar o objetivo do projeto.

³⁴ A escala fundamental de Saaty foi adaptada ao estudo do gás natural através de valores quantitativos e qualitativos que foram convertidos aos pesos de 1 a 9, conforme é apresentado no Capítulo 4 deste trabalho.

Neste trabalho o método AHP é utilizado através do Programa Decision Lens³⁵, sendo objeto de análise do Capítulo 4 para o estudo de qual a influência (ou grau de importância) dos parâmetros selecionados na avaliação de áreas passíveis de receber a rede canalizada de gás natural. Também no capítulo 5, o AHP serve de medidor da coerência do protótipo do software proposto para determinação de áreas atrativas a expansão do serviço ou ao seu adensamento.

2.5. O Protótipo de Software como ferramenta auxiliar na tomada de decisão

A metodologia baseada em indicadores urbanos tem como objetivo desenvolver procedimentos que permitam analisar e orientar a expansão e o adensamento da rede física de gás natural canalizado dentro de um município através do estudo da dinâmica entre diversos setores de consumo e também analisar a dinâmica urbana que determina a expansão do sistema de rede de gás natural metropolitano.

A criação do modelo é sugerida como uma forma de embasar a análise teórica através de um estudo segundo as interações dinâmicas entre os componentes do sistema representado por quatro bancos de informações – os bancos de dados (também denominados sistemas de informação), que permitirão classificar os distritos quanto ao que é intitulado de “índice de atratividade” para a expansão da rede de distribuição do GN ou “índice de adensamento”, no caso de ampliar a utilização em locais com rede já instalada.

Conforme menciona MURAKAMI (2003), qualquer tentativa de classificar problemas de decisão terá de recorrer necessariamente a modelos (entendendo “modelos” como um processo de racionalização e simplificação da realidade). Nesse sentido, modelo não é um mapa da realidade, mas permite mapear determinada realidade.

A construção do modelo está estruturada nos seguintes estágios:

- Definir quais as metas e objetivos, aqui representados pelas relações de interação entre os fatores sociais, técnicos e econômicos segundo uma dinâmica urbana para analisar a viabilidade de implantação da rede subterrânea de GN (capítulos 3 e 5);
- Definir os componentes e processos a serem considerados, aqui representados pelos parâmetros e relações de interação, os sistemas de informação e as categorias de uso do solo (capítulo 3);

³⁵ O Programa Decision Lens foi usado no Estado de São Paulo pelo Governo Mário Covas para a elaboração da Agenda 21.

- Levar a uma consideração formal de como cada componente está relacionado a todos os demais, aqui verificado na análise global da influência de cada parâmetro e nas combinações de pares específicos (capítulo 4);
- Elaborar um modelo tendo como embasamento teórico um método já difundido mundialmente como o AHP (capítulo 5);
- Permitir a simulação (aqui representada pelo estudo de caso) durante as fases intermediárias da pesquisa para verificação se o modelo representa a situação estudada (capítulos 4 e 5).

Conforme o esquema da figura 2.2, o modelo transformado em programa computacional permite três possibilidades: o cálculo do índice de atratividade, do índice de adensamento e a utilização simples como banco de dados.

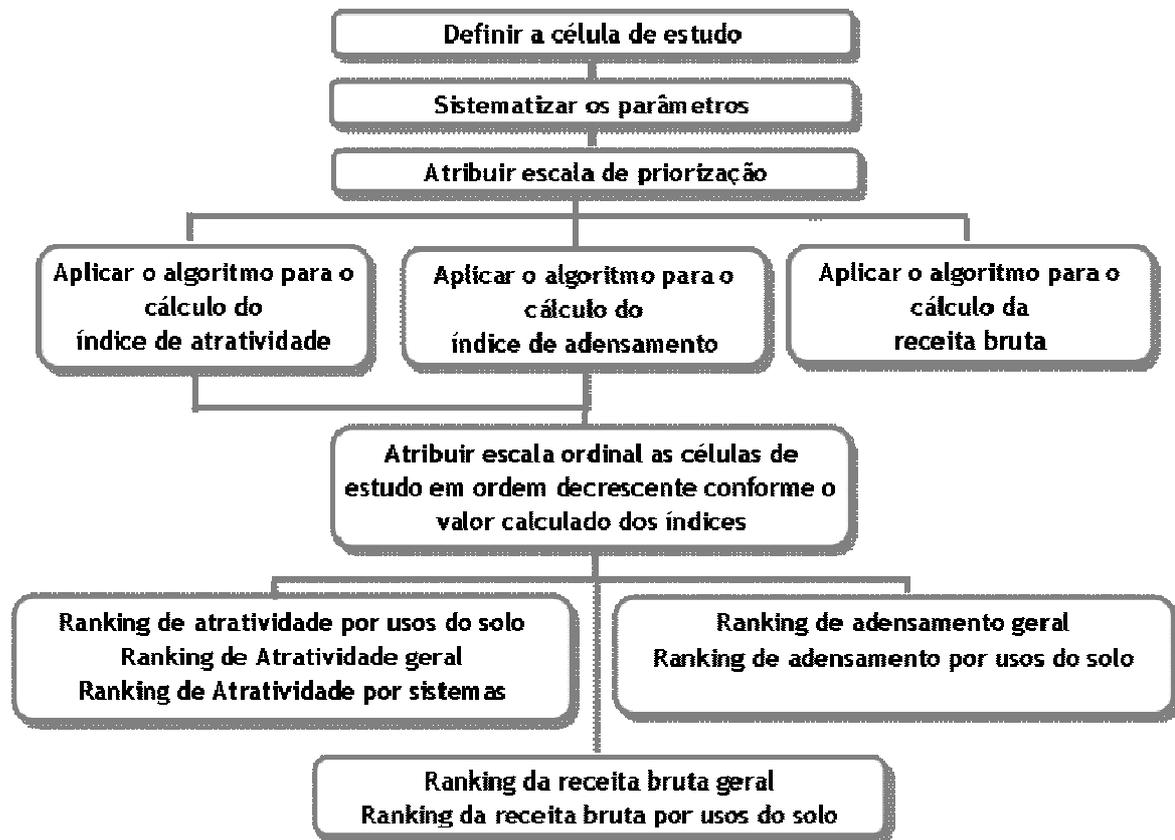


Figura 2.2. A arquitetura do modelo.

A figura mostra em linhas gerais as seguintes etapas de construção da metodologia sistêmica do modelo (que será abordada em detalhe no Capítulo 5):

- *Definir a célula de estudo:* o programa deve estar preparado para armazenar informações em diferentes escalas geográficas, partindo da menor área que é a unidade (se for escolhida a pesquisa de campo), passando pelo quarteirão, bairro, distrito³⁶ até chegar no município.

Para o estudo da cidade de São Caetano do Sul, usaremos 3 células de estudo: a unidade, o quarteirão e o bairro. Para São Paulo usaremos o distrito e para a região Administrativa de Araçatuba, a célula de estudo será o município, cobrindo assim todo tipo de escala territorial. A determinação da célula de estudo depende da disponibilidade de tempo e grau de detalhamento desejado pelo usuário. Quanto menor a área maior a precisão;

- *Sistematizar os parâmetros:* preenchimento dos quatro sistemas de informação descritos no item 2.1 através da pesquisa descrita no item 2.2, constituindo um “banco de dados” com armazenamento semelhante a tabelas em excel ou access. O programa deve “rodar” normalmente mesmo que não seja possível o preenchimento de todos os parâmetros; Automaticamente são direcionados valores de parâmetros para o segundo agrupamento (categorias de ocupação do solo);
- *Atribuir escala de priorização:* conforme a escala de Saaty, apresentada no item 2.4, os valores numéricos inseridos serão transformados automaticamente em pesos de 1 a 9 (desprezando os pesos pares intermediários). Os valores qualitativos deverão obedecer atribuição de escala conforme descrito no capítulo 3 (os parâmetros zoneamento e desenvolvimento urbano não são numéricos). A criação de 5 agrupamentos obedece a regra descrita no Capítulo 4;

No teste inicial a escala utilizada variava de 1 a 5, com o caráter simples de utilização de uma escala semântica. Em pesquisa sobre a atribuição de escalas lineares e geométricas, optou-se pelo uso no protótipo da escala Saaty³⁷, porém como será visto no Capítulo 5, o usuário pode escolher qualquer uma das duas;

- *Aplicar o algoritmo para o cálculo do índice de Atratividade:* a fórmula matemática para determinação do índice compreende a média da soma simples de todos os pesos atribuídos a cada parâmetro por célula de estudo, (descrito no Capítulo 5);
- *Aplicar o algoritmo para o cálculo do índice de Adensamento:* da mesma forma o índice é resultado da média do somatório dos pesos, salvo na opção “unidade” como célula de estudo,

³⁶ Vale ressaltar a diferença entre os conceitos de bairro e distrito. Bairro é uma unidade menor inserida dentro do distrito.

³⁷ O Trabalho de MORITA, H. (EPUSP, 1998), aborda a determinação de uma escala através de fórmulas matemáticas e em particular, a criação da escala e os teste feitos por Saaty com várias grandezas que o levaram a usar essa graduação em seu programa. O autor menciona à pg. 66: “de uma forma prática, se um dado fenômeno tem variação de no máximo o dobro, a utilização da escala linear Saaty é inviável”. O que não ocorre neste estudo e permite seu uso.

que deve permitir ao usuário a consulta individual de cada volume estimado para consumo do gás natural e ao mesmo tempo permitir o agrupamento por categorias de uso do solo. O agrupamento por sistemas de informação não existe já que o adensamento só depende de parâmetros do sistema 3, projeção de consumo de GN, (descrito no Capítulo 5);

- *Aplicar o algoritmo para o cálculo da Receita Bruta:* para esse cálculo é necessário o uso da célula de estudo “unidade” onde a projeção de consumo em m³ deve ser multiplicada a faixa tarifária da concessionária por tipo de ocupação do solo (descrito no Capítulo 5);
- *Atribuir escala ordinal às células de estudo em ordem decrescente conforme o valor calculado dos índices:* salvo nos casos onde o usuário pretenda ver os volumes estimados por unidade, a soma dos pesos para a atratividade e adensamento deve ser transformada em escala ordinal de células de estudo de acordo com a média da soma dos pesos em ordem decrescente, ou seja, a maior média indica o primeiro lugar e assim sucessivamente.
- *Ranking de atratividade:* O protótipo prevê 3 possibilidades de visualização do ranking. A primeira é a média da soma de todos os parâmetros, correspondendo ao “ranking geral”. A segunda é a visualização de quatro diferentes rankings, obedecendo o agrupamento de parâmetros por sistemas, correspondendo aos “rankings por sistemas de informação”. E a terceira opção, é a visualização de “rankings por tipo de ocupação do solo”.

Para orientar o desempate entre os rankings, o programa deve oferecer ao usuário a possibilidade de selecionar os parâmetros de destaque e assim o protótipo deve selecionar as células de estudo com maior atribuição de peso no parâmetro escolhido pelo usuário para desempate dos rankings.

- *Ranking de adensamento:* da mesma forma é possível ao usuário verificar 2 tipos de classificação, a primeira geral, somando todos os parâmetros independentemente da classe de uso do solo e a segunda por categorias de ocupação;
- *Ranking do Retorno:* esse ranking é organizado sem a atribuição de pesos, apenas pela soma dos volumes estimados e a tarifa cobrada por categorias de uso do solo e por células de estudo.

No Capítulo 5 serão associadas as informações desenvolvidas nos capítulos 3 e 4, através do detalhamento das etapas resumidas aqui, para a demonstração da modelagem dos parâmetros, das telas de inserção e visualização dos índices e rankings através do teste para as 3 áreas de estudo, validado pela comparação com os resultados do Programa Decision Lens e que ressaltam diferentes características sócio-econômicas e seu reflexo na atratividade à expansão de utilização do gás natural em usos cotidianos.

CAPÍTULO 3. A DINÂMICA URBANA NA ANÁLISE DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL

Neste capítulo são descritos os 28 parâmetros considerados para o estudo da rede canalizada de gás natural. Para facilitar a análise, o conjunto de dados é agrupado em quatro sistemas de informações, que abordam aspectos sociais, técnicos e econômicos da implantação da rede canalizada de gás natural, tendo como pano de fundo, a dinâmica urbana das cidades, relacionada à sua característica enquanto área geográfica consumidora de energia, conforme mostra a figura 3.1.

O primeiro agrupamento considera 5 parâmetros vinculados a necessidades básicas e seu reflexo na condição de bem-estar da população, sob a premissa que a deficiência nesse âmbito é fator de não atração de redes de infra-estrutura de implantação historicamente posterior à serviços prioritários.

O segundo agrupamento considera 10 parâmetros, desmembrando diretrizes comuns aos planos diretores e faz sua associação às possibilidades de consumo de gás natural canalizado do ponto de vista da ocupação atual e futura das regiões e planos para seu desenvolvimento. O décimo fator é o uso agropecuário, incluído no caso da análise da região de Araçatuba, extrapolando a análise da questão urbana.

No terceiro grupo estão relacionados 6 parâmetros que tem associação direta com o potencial de consumo de gás natural com base indireta no tipo de uso do solo, na renda predominante, na concentração populacional e nos diversos setores econômicos e suas respectivas características de produção que podem ter maior ou menor potencial de conversão ao gás natural.

O último sistema de informações composto por 7 parâmetros, caracteriza o aspecto da obra civil necessária a implantação dos dutos subterrâneos como extensões e interdição de vias. Associa também a concentração de construções e seu porte, detalhando a caracterização de usos do solo que pode isoladamente distorcer o perfil da região de estudo, possibilitando a diferenciação entre número de quadras, número de estabelecimentos e porte de estabelecimentos.

Com os mesmos 28 parâmetros, um outro arranjo é organizado com o intuito de propiciar a associação dos parâmetros às faixas tarifárias da concessionária (conforme já mencionado no capítulo 2). Para tal, agrupa-se os parâmetros por categorias de uso do solo como mostra a figura 3.2.. Esses sistemas compõem a modelagem descrita no Capítulo 5 que visa determinar indicadores de atração a rede de gás natural sob o enfoque da análise urbana. Nesse mesmo capítulo será demonstrado que é possível, um terceiro agrupamento que une todos os parâmetros da figura 3.1. simultaneamente, formando um grupo geral.

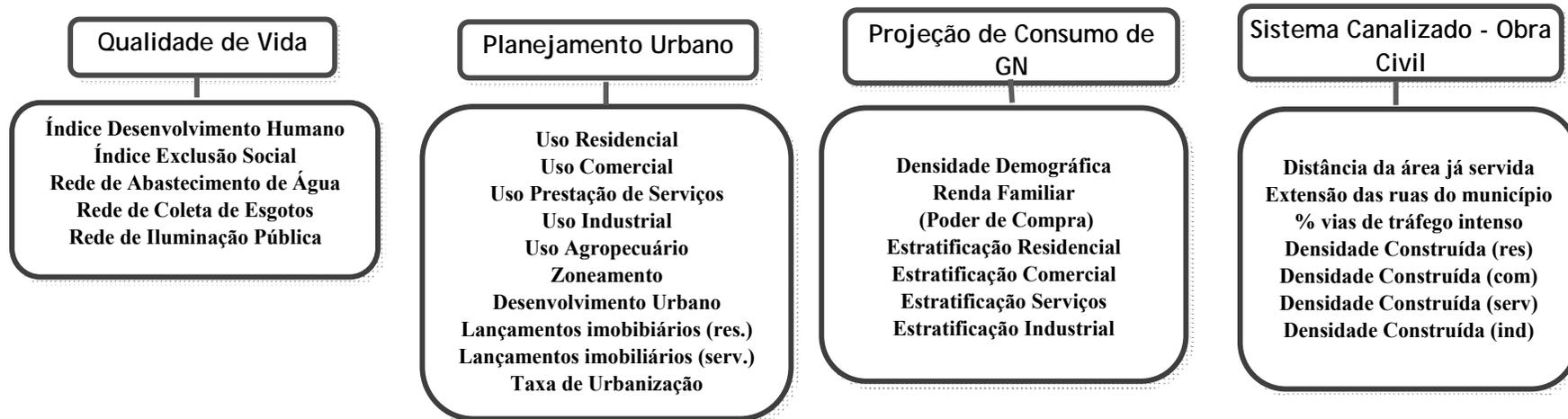


Figura 3.1. Método de Agrupamento Principal: Os Parâmetros por Sistemas de Informação.



Figura 3.2. Método de Agrupamento Secundário: Os Parâmetros por Categorias de Ocupação do Solo

Nota-se que existe uma diferenciação na composição dos parâmetros nos 5 agrupamentos da figura 3.2.. Considerando que os usos do solo indicam na realidade os espaços preferenciais para a localização de cada setor, segundo a teoria do mercado imobiliário de que “o local faz o ponto”, foram selecionados para cada categoria de ocupação, os parâmetros imprescindíveis para a localização de cada uso do solo. Por exemplo, para o uso residencial é indispensável a existência de rede de água, coleta de esgotos e iluminação pública, assim como, quanto melhor foram os índices sociais melhor é a condição de moradia da região, conseqüentemente quanto melhor é a condição residencial mais o comércio e a prestação de serviços podem ser difundidos e sofisticados, portanto os parâmetros para qualidade de vida devem ser considerados nas 3 categorias de ocupação do solo. Já nos usos industrial e agropecuário esses parâmetros não são essenciais, pois esses usos permitem instalações individualizadas de infra-estrutura e não incidem em indicadores de desenvolvimento social, sendo assim recomendada sua desconsideração nesses usos.

Já os parâmetros oriundos do planejamento urbano podem muitas vezes ser desmembrados por categorias de ocupação, como é o caso dos usos do solo, dos lançamentos imobiliários (que só se destaca no uso residencial e serviços) e do zoneamento que faz uma combinação de usos mistos. Já o desenvolvimento urbano e a taxa de urbanização não interessam diretamente aos usos industrial e agropecuário que dependendo de seu porte podem consolidar suas atividades com infra-estrutura própria sem depender do desenvolvimento previsto para a região, justificando assim a inclusão ou não do parâmetro no agrupamento.

Também para os parâmetros de projeção de consumo. A densidade demográfica e a renda são preponderantes para o uso residencial e por conseqüência ao comércio e serviços já que permitem que haja demanda de sustentação financeira dos estabelecimentos. Já nos usos industrial e agropecuário são irrelevantes.

Para os parâmetros que determinam a estratificação de unidades locais (número de domicílios, estabelecimentos comerciais, de prestação de serviços e instalações industriais), a divisão em categorias de ocupação propicia que em cada uso do solo seja considerado seu valor particular

Para os parâmetros da obra civil, se repete o conceito de importância similar para usos residencial, comercial e serviços, determinando que todos os parâmetros de interdição de vias e extensões a servir são importantes nessas categorias, pois definem rapidez da obra e custos necessários para servir cada unidade. Já nos usos industrial e agropecuário só tem importância distância da linha tronco.

No caso da densidade construída também é possível quantificar o valor por categoria de ocupação embora muitas vezes as prefeituras considerem em seus cadastros um valor global para comércio e prestação de serviços. O uso agropecuário não é representado pela densidade construída.

Vale ressaltar ainda, que os parâmetros selecionados são utilizados neste estudo com o viés da análise do gás natural. Assim quando se afirma que um parâmetro expressa boa condição, essa afirmação é relacionada unicamente ao estudo da atração ou não à implantação de gás canalizado não entrando no mérito de questões políticas e sociais de desenvolvimento das cidades e bairros.

Para a utilização numérica que é feita nos Capítulos 4 e 5, organiza-se todos os parâmetros em 5 faixas³⁸ que são associadas à escala semântica:

- Faixa 1 – Baixa atratividade à implantação da rede
- Faixa 2 – Baixa a Média atratividade à implantação da rede
- Faixa 3 – Média atratividade à implantação da rede
- Faixa 4 – Média a alta atratividade à implantação da rede
- Faixa 5 – Alta atratividade à implantação da rede

Como a maioria dos parâmetros é numérica, mas dois são qualitativos (zoneamento e desenvolvimento urbano) foi verificada a necessidade de linearização em escala³⁹ de todos a uma mesma unidade para associação à escala semântica do GN. Para tal os valores numéricos são convertidos em porcentagem por regra de 3 simples.

Outro motivo que justifica a conversão em porcentagem antes da linearização em escala, é o de que alguns valores são finitos e outros não, fazendo com que a amplitude dos parâmetros seja diferente e não constante. Com a transformação em porcentagem o caráter não finito de alguns parâmetros desaparece e além da mesma unidade todos se transformam em finitos para o estudo permitindo sua divisão em 5 faixas numéricas⁴⁰ e a atribuição da escala de linearização e assim a aplicação de somas e divisões necessárias à determinação dos índices usados nos próximos dois Capítulos.

³⁸ A escolha por 5 intervalos é fundamentada nas informações básicas coletadas na SEADE, IBGE e prefeituras que usam como divisão de tabelas e mapas 5 agrupamentos, o que facilita a associação da escala semântica para análise da rede de GN aos valores numéricos obtidos em fontes oficiais.

³⁹ O método de escalonamento foi escolhido pois permite trabalhar com o programa Decision Lens na determinação da influência de cada parâmetro na tomada de decisão de onde implantar a rede de GN (Capítulo 4) e também por se adaptar a modelagem dos indicadores urbanos visando a construção de um protótipo que classifique os bairros, cidades e regiões quanto a atratividade de receber a rede de distribuição (Capítulo 5).

⁴⁰ Vide página 121 do Capítulo 4 e Página 152 do Capítulo 5.

3.1. Indicadores de Qualidade de Vida

A vida econômico-social das metrópoles e nas metrópoles está intimamente associada à conquista de melhores padrões de serviços urbanos. Conforme afirma MEIER (1997, p. 9), é a partir da avaliação das redes de infra-estrutura urbana que podemos definir com critério a verdadeira “condição de vida” da população que vive nas áreas urbanizadas.

A extensão, disponibilidade e qualidade dos serviços urbanos básicos como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, coleta de lixo e recolhimento das águas pluviais, indicam a condição de habitabilidade de uma cidade ou metrópole. Outros itens de infra-estrutura urbana, tais como pavimentação, transporte público, telefonia, gás canalizado, etc., configuram acréscimos importantes e indispensáveis para a elevação do padrão urbano.

Neste item estão relacionados parâmetros associados à qualidade de vida das cidades que indiretamente interferem na atração à implantação da rede de gás, como déficits de infra-estrutura básica – rede de abastecimento de água, coleta de esgotos, iluminação pública – e fatores que determinam longevidade, melhor situação social e de escolaridade e que indiretamente influenciam na implantação e expansão da rede de gás natural, já que dificilmente para regiões com concentração de usos ⁴¹ residenciais, comerciais e de prestação de serviços, será atrativo seu uso se ainda houver déficits de serviços, equipamentos e redes básicas.

Neste grupo são utilizados os parâmetros definidos na tabela 3.1:

Parâmetros	Sigla	Unidade	Característica	Função
Índice de Desenvolvimento Humano	IDH	adimensional	Finito entre 0 e 1,0	Bons índices atraem rede de GN (não prioritária)
Índice de Exclusão Social	IEX	adimensional	Finito entre - 1,0 e 1,0	Bons índices atraem a rede de GN (não prioritária)
Atendimento por Rede de Abastecimento de Água	AAA	%	Finito entre 0 e 100%	Preceder a rede de GN
Atendimento por Rede de Coleta de Esgotos	AEC	%	Finito entre 0 e 100%	Preceder a rede de GN
Atendimento por Rede de Iluminação Pública	AIP	%	Finito entre 0 e 100%	Preceder a rede de GN

Tabela 3.1. Parâmetros que caracterizam “Qualidade de Vida” na proposta para análise da rede de Gás Natural na modelagem proposta.

⁴¹ Conforme já mencionado à página 72, o uso industrial sozinho, por seu caráter apenas de atividade econômica (e que em geral pode ter instalações próprias), justifica o uso da rede de gás natural mesmo que haja déficits em outras redes ou serviços.

3.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O IDH é um índice criado pelo ONU ⁴² que considera três componentes: longevidade (expectativa de vida), instrução(alfabetização de adultos) e padrão de vida (poder de compra ajustado para o custo de vida local). Estes indicadores são transformados em índices, que somados compõem o IDH, num intervalo que varia de 0 (a pior condição de desenvolvimento) e 1 (a melhor).

No Brasil, a instituição encarregada do cálculo do IDH para todas as unidades da Federação incluindo os mais de 5.500 municípios, é o Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (vinculado ao Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão). Não se observa no entanto, uma sistemática de cálculo deste índice para unidades territoriais menores que o município, prática que seria bastante útil quando se têm em vista os grandes aglomerados urbanos e todo o diversificado mosaico de situações econômicas e sociais neles encontrados (SEMPLA, 2006). Em 2002 foi elaborado o cálculo do IDH para os distritos do Município de São Paulo⁴³.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é, assim como o IDH, um índice que mede o desenvolvimento humano de uma unidade geográfica. Como o IDH foi concebido para ser aplicado a países e grandes regiões, sua utilização em níveis municipal e intramunicipal, tornou necessárias algumas adaptações metodológicas e conceituais. Essa necessidade decorreu principalmente de duas razões:

- Os únicos dados para as variáveis relevantes, coletados e processados de maneira uniforme para todos os municípios e distritos brasileiros, são aqueles provenientes dos Censos Demográficos do IBGE, portanto, para garantir a homogeneidade do cálculo dos índices, todos os indicadores devem ser extraídos, direta ou indiretamente, dos censos;
- O fato de os municípios serem unidades geográficas menores e sociedades muito mais abertas, dos pontos de vista econômico e demográfico, do que um país ou uma região, faz com que o Produto interno bruto *per capita* não seja um bom indicador da renda efetivamente apropriada pela população residente, e a taxa combinada de matrícula não seja um bom indicador do nível educacional efetivamente vigente no município.

⁴² Adotado desde 1990 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano, como medida padrão para comparar o desenvolvimento humano entre países, o IDH ainda é o mais amplamente utilizado entre os índices sociais apesar das limitações que oferece para captar diferenças efetivas de qualidade de vida, ao não incluir em sua fórmula, por exemplo, indicadores de distribuição de renda, de desemprego ou mesmo de violência entre jovens.

⁴³ Através do relatório “Desigualdade em São Paulo: o IDH” elaborado pela Secretaria do Desenvolvimento, Trabalho e Solidariedade.

O cálculo do IDH intramunicipal⁴⁴ levou em consideração as seguintes variáveis para cada um de seus 96 distritos:

- rendimento do chefe da família, em face da ausência de base segura para o cálculo do PIB *per capita* por distrito municipal;
- taxa de mortalidade infantil, em substituição à esperança de vida ao nascer;
- taxa de alfabetização combinada com a média de anos de estudos, ambas referentes ao chefe da família, em lugar de matrículas por nível de ensino e taxa de alfabetização de adultos.

O IDH (expressão 1) é, então, calculado como uma média simples dos índices de dimensão:

$$\text{IDH} = \frac{\text{IL} + \text{IE} + \text{IR}}{3}$$

Onde IL: Índice de Longevidade
IE: Índice de Educação
IR: Índice de Renda (1)

Este índice foi adaptado ao caso paulistano com o objetivo de incluir outros aspectos, de forma a comparar o grau de desenvolvimento humano entre os distritos, incluindo variáveis como renda familiar, escolaridade, condições básicas de saúde, condições de infra-estrutura e equipamentos sociais por distrito utilizando o mesmo conceito de intervalo de {0 a 1}.

3.1.2. Índice de exclusão social (IEX)

Esse índice é obtido através da construção qualitativa medida por meio de quatro dimensões: autonomia, qualidade de vida, desenvolvimento humano e equidade, sendo cada uma delas resultado da agregação de um conjunto de indicadores, conforme é definido a seguir:

- Autonomia (A): capacidade e a possibilidade do cidadão em suprir suas necessidades vitais, desde o mínimo da sobrevivência até necessidades mais específicas, como a de usufruir de segurança social pessoal mesmo quando na situação de recluso ou apenado. Os fatores agrupados nesse indicador são:
 - População de Rua (Presença de pessoas em situação de rua);
 - Renda (Renda do responsável pelo domicílio);
 - Emprego (Oferta total de empregos);

⁴⁴ Conforme aborda PEDROSO (2003), além do município de São Paulo, Belo Horizonte e Recife calcularam os índices pela desagregação dos indicadores ao nível local permitindo uma radiografia muito mais exata da realidade social.

- Qualidade de Vida (QV): qualidade e a democratização dos acessos às condições de preservação do homem, da natureza e do meio ambiente. É representado pelos fatores:
 - Serviços Básicos (Atendimento básico de saúde; Cobertura da rede de ensino fundamental; Acesso aos serviços de água, esgoto e coleta de lixo);
 - Densidade Habitacional (Redução do número de pessoas por domicílio);
 - Viagens (Tempo médio de deslocamento por qualquer motivo de viagem).

- Desenvolvimento Humano (DH): possibilidade de todos os cidadãos criarem uma sociedade melhor e desenvolverem seu potencial e de usufruir coletivamente do mais alto grau de capacidade humana. Representado pelos fatores:
 - Educação do Chefe (Anos de estudo do responsável pelo domicílio);
 - Alfabetização (Alfabetizados de 5 anos de idade; Não-alfabetizados de 7 a 14 anos de idade);
 - Longevidade (Presença de pessoas com 70 anos e mais);
 - Risco de Morte (Homicídios na faixa etária de 15 a 24 anos; Mortalidade geral na faixa etária de 0 a 4 anos ; Anos de vida perdidos em relação à idade potencial de 65 anos).

- Equidade (E): efetivação, com igualdade, dos direitos da população, sem restringir o acesso a eles nem estigmatizar as diferenças que conformam os diversos segmentos que a compõe. Representado pelos fatores:
 - Mulher Chefe (Mulheres responsáveis pelo domicílio; Mulheres responsáveis pelo domicílio não-alfabetizadas; Mulheres responsáveis pelo domicílio sem rendimento).

Os fatores que compõem cada um dos indicadores fazem parte de relatórios que as Prefeituras de cidades com obrigatoriedade de elaboração do Plano Diretor devem levantar visando caracterizar as necessidades da população por bairros e distritos.

Diversamente do IDH traz duas outras aquisições (SPOSATI, 1996; 2000):

- Primeiro, compara índices de um mesmo contexto cultural. Isto é, não compara países onde algumas situações podem estar diferenciadas por usos e costumes culturais desde alimentares, vestimenta, moradias etc. Assim, pode-se dizer que as diferenças estão referidas a um mesmo contexto;
- Segundo, instala uma forma de medição através de notas decimais que têm maior inteligibilidade para o senso comum adestrado para o uso decimal e em atribuir boas notas a boas situações e más notas a más situações. Assim, o mapa confere a condição de nota negativa ao se referir à exclusão e positiva ao se referir à inclusão. Esta condição agrega uma

dimensão simbólica necessária sobre o que se quer e o que não se quer quanto às condições de vida.

SACHS (1999) comenta a influência da exclusão social, através da exclusão espacial e de renda, distinguindo três áreas nas grandes cidades – o centro, o anel intermediário e o anel periférico. O centro é habitado por uma população de alta renda, em uma região bem-dotada de infra-estrutura e por forte verticalização, embora em bairros do “centro histórico”, muitos morem em habitações do tipo “cortiço”. O anel intermediário representa uma área promissora, passível de melhorias, entre elas, redes de infra-estruturas (em todos os setores). Já o anel periférico, é a extrema periferia, que mesmo apresentando alta demografia em geral, é abandonada para o processo de desenvolvimento.

O índice final IEX (expressão 2) atribuído a cada um dos distritos, é calculado pela soma dos índices em cada campo, criando uma escala em um intervalo compreendido entre -1,00 (refletindo a pior situação de exclusão) e +1,00 (refletindo a melhor situação de inclusão). Para a elaboração das faixas, o intervalo {-1,00-+1,00}.

$$IEX = \frac{A + QV + DH + E}{4}$$

4

Onde A: autonomia

QV: qualidade de vida

DH: desenvolvimento humano

E: equidade

(2)

A generalização deste parâmetro ainda está em desenvolvimento nas cidades do Estado de São Paulo, já que sua utilização partiu de um mapeamento específico para o Município de São Paulo e é ainda pouco difundido em outras cidades⁴⁵.

Embora seja considerado que todos os fatores envolvidos na determinação do IEX e do IDH colaboram indiretamente na formação do perfil de uma região sobre as possibilidades de atrair redes não básicas de infra-estrutura, como é o caso do gás natural, entendemos que seu cálculo exige maior pesquisa a dados que embora sejam de fácil acesso tornam a utilização desse parâmetro mais complexa (o interessante é não precisar calcular, apenas consultar o cálculo final da prefeitura). Desta forma, em municípios onde esses conceitos ainda não foram oficialmente trabalhados pelas prefeituras, recomenda-se ignorar seu uso⁴⁶. Outro ponto está na possibilidade de sobreposição de fatores já considerados que é eliminada no modelo proposto (Capítulo 5) através da média ponderada entre todos os 3 parâmetros considerados (o que do ponto de vista computacional é relativo e não relevante).

⁴⁵ São José dos Campos foi o primeiro município a utilizar setores censitários como unidade básica de análise territorial para a construção do Mapa da Exclusão/Inclusão Social. A utilização dos setores censitários busca investigar as possíveis contribuições de uma maior resolução espacial para a expressão territorial das desigualdades sociais no espaço intra-urbano.

⁴⁶ O que foi feito para o estudo de caso dos 8 municípios da Região Administrativa de Araçatuba, onde apenas foram analisadas a existência de redes prioritárias.

3.1.3. Atendimento das redes de infra-estrutura “prioritárias”

São consideradas “prioritárias” as redes de saneamento básico (IBGE), saneamento e iluminação pública ⁴⁷ (Plano Diretor do Município de São Paulo), utilizadas neste trabalho, entendendo que um distrito não será atrativo à rede de gás natural se ainda não possuir as infra-estruturas prioritárias. Desta forma, introduziremos no banco de dados, a média entre os parâmetros: atendimento por rede de abastecimento de água, coleta de esgotos e iluminação pública, conforme a definição do IBGE a seguir.

- Percentual de domicílios com rede de água: percentual de domicílios ou terrenos servidos de água oriunda da rede geral de abastecimento;
- Percentual de domicílios com rede de esgoto: percentual de domicílios nos quais a canalização das águas servidas e dos dejetos provenientes do banheiro ou sanitário, são ligados a um sistema de coleta que os conduza a um desaguadouro geral da área, mesmo que o sistema não disponha de estação de tratamento;
- Percentual de rede instalada de iluminação pública: conjunto de equipamentos que permite o pleno funcionamento de iluminação da cidade, como transformadores, braços, luminárias, equipamentos auxiliares, fios e lâmpadas e conseqüentemente o número de pontos iluminados em uma região.

Para a coleta dos percentuais⁴⁸ para rede de abastecimento de água e coleta de esgotos pode-se recorrer a duas fontes de informação:

- O mapeamento das áreas de cobertura do município e de seus distritos (e identificação da faixa de atratividade por simples comparação visual entre a área total de cada distrito e a mancha servida pela rede); em geral disponível para fácil consulta;
- Ou a inexistência de mapas, usando o Censo do IBGE, tabulações para saneamento, relacionando a porcentagem de domicílios de um distrito com o número de ligações à rede.

Para a rede de iluminação pública, o IBGE não dispõe de tabulação, assim deve-se recorrer a Secretaria de obras ou Infra-estrutura urbana de cada Município para ter acesso a tabulação dos pontos iluminados por distrito ou a mapas com a mancha de cobertura da rede, como no caso do saneamento.

⁴⁷ Além da drenagem e da coleta de lixo que não foram incluídas neste trabalho por não constituírem infra-estrutura em rede da mesma forma que o gás natural.

⁴⁸ No caso dos serviços em rede, outra forma de caracterizar o atendimento é representada pelo número de ligações, porém recomenda-se sempre que possível já trabalhar com unidades em porcentagem, pois isso facilita a análise proposta nos Capítulos 4 e 5 usando as 5 faixas de atratividade ou adensamento à rede de GN (o que não está em % deve ser transformado usando o conceito de regra de três simples: valor maior=100%).

3.2. Indicadores de Planejamento Urbano

Os parâmetros listados neste grupo foram retirados do conteúdo básico que deve ter todo Plano Diretor.

O Plano Diretor⁴⁹ é uma Lei Municipal que organiza o crescimento e funcionamento da cidade. Ele diz quais os objetivos a serem alcançados, em cada área da cidade e, para viabilizá-los, identifica instrumentos urbanísticos e ações estratégicas que devem ser implementadas. Orienta as prioridades de investimentos da cidade, ou seja, indica as obras estruturais a realizar (MINISTÉRIO DAS CIDADES *et al*, 2006). Definido como um instrumento técnico-jurídico central da gestão do espaço urbano, que define as grandes diretrizes urbanísticas. Tradicionalmente, estas diretrizes incluem normas para o adensamento, expansão territorial, definição de zonas de uso do solo e redes de infraestrutura. (BNDES, 1996). É também um instrumento global e estratégico da política de desenvolvimento urbano, determinante para todos os agentes públicos e privados que atuam no Município. Para a avaliação do potencial de expansão da rede de gás natural considerando “a dinâmica urbana” foram extraídos do P.D. os parâmetros definidos na tabela 3.2:

Parâmetros	Sigla	Unidade	Característica	Função
Uso do Solo (residencial, comercial, serviços, industrial, agropecuário)	US	%	Finito entre 0 e 100%	Caracterizar áreas com maior potencial de consumo de gás natural
Zoneamento	Z	adimensional	qualitativo	Caracterizar áreas com expansão do potencial de consumo de gás natural à longo prazo (ênfase em uso do solo)
Desenvolvimento Urbano	DU	adimensional	qualitativo	Caracterizar áreas com maior potencial de consumo de gás natural à longo prazo (ênfase em infra-estrutura)
Lançamentos Imobiliários (residenciais e serviços)	LI	número	Não finito	Caracterizar áreas com maior potencial de consumo de gás natural à curto prazo (ênfase em uso do solo)
Taxa de Urbanização	TU	%	Finito entre 0 e 100%	Diferenciar áreas onde os serviços podem ou não ser em rede

Tabela 3.2. Parâmetros que caracterizam “Planejamento Urbano” na proposta para análise da rede de Gás Natural.

⁴⁹ Desde 1988, a Constituição Federal estabelece que os municípios brasileiros com mais de 20 mil habitantes devem ter Planos Diretores. Em 2001, o Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01) ampliou esta obrigatoriedade para os municípios pertencentes a regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; naqueles integrantes de áreas de especial interesse turístico; e naqueles localizados na área de empreendimentos ou atividades com significativo impacto de âmbito regional ou nacional. Estabeleceu ainda, que os municípios que não tivessem plano diretor aprovado em outubro de 2001, data de entrada em vigor do Estatuto da Cidade, deveriam aprová-lo até outubro de 2006 (Artigo 50 do Estatuto). A Constituição Paulista de 1989, por sua vez, determina a obrigatoriedade dos planos diretores para todos os municípios, segundo Artigo 181, Parágrafo 1º, do Capítulo II. (vide nota 29).

3.2.1. Uso do Solo

A política dos Planos Diretores para uso e ocupação do solo visa nortear o desenvolvimento das cidades segundo as diretrizes (SEMPLA, 2002):

- estimular o crescimento da cidade na área já urbanizada, dotada de serviços, infra-estrutura e equipamentos, de forma a otimizar o aproveitamento da capacidade instalada e reduzir os seus custos;
- promover a distribuição de usos e a intensificação do aproveitamento do solo de forma equilibrada em relação à infra-estrutura, aos transportes e ao meio ambiente, de modo a evitar sua ociosidade ou sobrecarga e otimizar os investimentos coletivos;
- Estimular a reestruturação e requalificação urbanística para melhor aproveitamento de áreas dotadas de infra-estrutura em processo de esvaziamento populacional ou imobiliário;
- Estimular a requalificação, com melhor aproveitamento da infra-estrutura instalada, de áreas de urbanização consolidada, com condições urbanísticas de atrair investimentos imobiliários;
- Estimular a urbanização e qualificação de áreas de infra-estrutura básica incompleta e com carência de equipamentos sociais;
- Adequar a urbanização às necessidades decorrentes de novas tecnologias e modo de vida;
- Promover o adensamento construtivo e populacional em áreas de urbanização em desenvolvimento com capacidade de suporte da infra-estrutura instalada.

Em geral, os mapas de uso do solo são elaborados através de metodologia que considera porcentagem com determinado tipo de ocupação predominante por 60% ou mais das quadras que compõem a área em estudo⁵⁰. A função desses mapas é a demonstração das áreas da cidade onde o uso é mais intenso, ou seja, onde existe maior densidade de área construída por metro quadrado, a tipologia (horizontal e vertical) dessa ocupação, o padrão (baixo, médio e alto) das edificações e o tipo de uso (residencial, industrial, comércio e serviços etc); permitindo variadas abordagens e relações que possam subsidiar análises e diagnósticos para a elaboração de políticas de desenvolvimento globais ou mesmo setoriais.

Utilizando como modelo o mapeamento do Município de São Paulo⁵¹, a priori foi imaginado para a modelagem proposta nesta tese, a junção de todos os tipos de usos em 5

⁵⁰Para as quadras em que não é possível identificar um determinado tipo de uso predominante, aplica-se a categoria uso misto, que representa a combinação de dois ou mais usos predominantes (SEMPLA, 2006), considerando no modelo a porcentagem de quadras dividida e inserida em quantos forem esses usos.

⁵¹ Em São Paulo, outro avanço importante foi o georeferenciamento dos dados de uso do solo no GEOLOG, planta digital da cidade, que propiciou o mapeamento, quadra a quadra de indicadores como o coeficiente de aproveitamento e predominância de área construída por usos, de grande utilidade para o planejamento urbano.

faixas mistas (mesclando os vários usos), porém partindo desse princípio seria necessário elaborar uma hierarquia de usos do solo mais atraentes ao gás natural que pode ou não corresponder à realidade (por exemplo, será a área industrial a de maior interesse para a concessionária de gás?- é difícil responder com exatidão). A escala idealizada em 5 faixas era a seguinte:

1. Predominância em terrenos vagos, ocupação residencial horizontal e agropecuária
2. Predominância em uso misto: comercial e residencial horizontal
3. Predominância em ocupação residencial vertical
4. Predominância em uso misto: comercial, serviços e residencial vertical
5. Predominância em uso misto: residencial e industrial

Assim, para maior exatidão na análise, a divisão nas 5 faixas qualitativas mescladas foi substituída pela análise individual por uso do solo em faixas quantitativas, que permitiram a inserção do parâmetro “uso do solo agropecuário”⁵² necessário quando da avaliação da Região de Araçatuba como será demonstrado adiante.

Desta forma, a utilização do parâmetro uso do solo foi baseada na contagem do número de quarteirões com um certo tipo de predominância em relação ao número total de quarteirões da área em estudo, variando entre 0 e 100%. A soma de todos os usos deve resultar em 100%.

Em resumo, a divisão utilizada é definida tabela 3.3:

Parâmetro Uso do Solo	Sigla	Unidade	Característica
Residencial	USres	%	Finito entre 0 e 100%
Comercial	UScom	%	Finito entre 0 e 100%
Prestação de Serviços	USserv	%	Finito entre 0 e 100%
Industrial	USind	%	Finito entre 0 e 100%
Agropecuário	USagro	%	Finito entre 0 e 100%

Tabela 3.3. A divisão quantitativa do Parâmetro Uso do Solo. Elaboração: MASSARA, 2006.

Como já mencionado, o conceito deste parâmetro foi retirado da análise de mapas que mesmo com a exigência atual (vide nota 49) podem ou não existir em municípios de menor porte⁵³. Daí a importância de criar apenas 5 grupos distintos em relação às possibilidades de usar o GN, propiciando que qualquer prefeitura possa usar este modelo desde que tenha um mínimo conhecimento das características e das limitações predominantes nos distritos (ou bairros).

⁵² Esse conceito foge à “dinâmica urbana” mas foi considerado válido por permitir o debate entre rural versus urbano na implantação da rede canalizada de gás natural (demonstrado nos capítulos seguintes).

⁵³ Para São Paulo a contagem foi feita através do mapa da SEMPLA (2006). Para São Caetano do Sul a contagem foi feita por pesquisa “in loco”. Para os 8 municípios da RA Araçatuba a contagem foi feita por estimativa através de informações cadastrais não atualizadas.

3.2.2. Zoneamento⁵⁴

Segundo o BNDES (1996), o zoneamento é uma concepção da gestão do espaço urbano baseada na idéia de eleger os usos possíveis para determinadas áreas da cidade. Com isso, o que se pretende é evitar convivências desagradáveis entre os usos. A cidade é dividida em zonas industriais, comerciais, residenciais, institucionais e em zonas mistas, que combinam tipologias diferentes de uso. Em alguns casos, esse zoneamento da cidade inclui várias categorias para cada um dos tipos de zonas. Essas categorias diferenciam-se, normalmente, em termos de adensamento dos lotes (pela regulamentação do percentual máximo da área dos terrenos que pode ser edificada, do número de andares das edificações ou da área máxima construída).

A determinação dos tipos de usos, muitas vezes, acontece em função de usos já consolidados, ou seja, a legislação apenas reconhece esses usos. Nesse caso, seu papel de direcionar a ocupação da cidade fica resumido à legitimação do espaço construído, independentemente da dinâmica, ainda que excludente, que tenha definido esta construção.

De maneira simplificada, podemos definir “zoneamento” como a regra imposta pela Prefeitura para controle da ocupação dos distritos. É a destinação dos vários “pedaços” da cidade para determinados usos. Os Planos Diretores das grandes cidades brasileiras subdividem os usos em grupos de atividades bem detalhados. No caso do Município de São Paulo, existem mais de 10 divisões para classificar a ocupação dos bairros.

Porém, pensando na possibilidade de generalizar o modelo proposto, permitindo sua utilização em qualquer cidade brasileira, que pode não ter Plano Diretor e mapeamentos detalhados, resumimos as faixas de atratividade à rede de distribuição de GN em 5 intervalos no que diz respeito ao potencial de consumo ao gás e que facilitam o uso da metodologia, bastando um mínimo conhecimento dos bairros em estudo, utilizando padrão de agregação no qual se trabalha apenas com as categorias essenciais de uso do solo. São eles:

1. Zona de proteção ambiental enfatizada e Zona exclusivamente residencial de baixa densidade (horizontal) / Zona mista de proteção ambiental
2. Zona residencial de baixa densidade (horizontal) / Zona mista (com + serv + ind) de baixa densidade (ou seja, com estabelecimentos de localização pontual)

⁵⁴ Lembramos que o conceito de “USO DO SOLO” é diferente do conceito de “ZONEAMENTO”. O zoneamento fornece a regra de ocupação; o uso do solo representa a ocupação real que pode coincidir com o zoneamento ou pode ainda ser “subutilizado”, mas nunca exceder o tipo de uso definido na Lei. Por exemplo: Uma região tem como zoneamento: uso misto alta densidade e como uso do solo (real): Uso misto com predominância residencial baixa densidade. O contrário não é possível.

3. Zona exclusivamente residencial de média densidade (horizontal combinado ao vertical) e Zona mista (res + com + serv+ ind) de baixa densidade (ou seja, com estabelecimentos de localização pontual)
4. Zona residencial de alta densidade (vertical) e Zona mista (res + com + serv + ind) de média densidade (ou seja, estabelecimentos distribuídos ao longo do bairro)
5. Zona mista (res + com + serv + ind) de alta densidade (ou seja, com bolsões de concentração de estabelecimentos ao longo do bairro)

Nota-se que por mais que se deseje converter o parâmetro “zoneamento” em um fator quantitativo separando os usos como foi feito para o parâmetro “uso do solo” em combinação de porcentagens até alcançar os 100%, neste caso a regra imposta pelas prefeituras impede a separação já que é justamente o conjunto mesclado de uso do solo permitido pelo zoneamento que propicia uma visão futura de o quanto ainda se pode incrementar o uso de uma região à longo prazo.

Desta forma, as diretrizes básicas de zoneamento constantes em cidades de predominância urbana, foram agrupadas em 5 intervalos principais que não destacam “usos do solo” mais sim, possibilidades de combinação entre eles de maneira a ressaltar as suas concentrações ao longo da área de estudo, visando não incorrer no erro de, por exemplo, classificar um distrito industrial como o mais atraente a receber a rede de GN em detrimento de outro de predominância vertical, induzindo a uma conclusão errônea quando se imagina o conjunto de análise: “volume consumido e respectiva tarifa por uso do solo, extensões a percorrer com o duto” (destaque do capítulo 4).

3.2.3. Desenvolvimento Urbano

Este parâmetro foi retirado de tabulação do Plano Diretor do Município de São Paulo para o período 2002-2012 (SEMPLA, 2002). Consideramos que por sua descrição simplificada, poderá ser aplicado em qualquer outra cidade onde não esteja difundido o conceito do desenvolvimento urbano. O conceito quando relacionado ao estudo da rede subterrânea de gás natural, tem a função de identificar áreas que à longo prazo serão passíveis de melhorias em infra-estrutura.

Para relacioná-lo ao estudo de atratividade ou adensamento da rede de GN, propõe-se o agrupamento das características de desenvolvimento urbano em 5 descrições chamadas “macroáreas”. São elas:

1. Proteção Ambiental, agrupando 3 diferentes níveis:

- a) Proteção integral (áreas localizadas nos limites do município com reservas florestais, parques estaduais, parques naturais municipais e reservas biológicas);
 - b) Uso sustentável (parcela das antigas áreas rurais e que compreendem também as áreas de Proteção Ambiental e as reservas particulares do Patrimônio Natural);
 - c) Conservação e Recuperação (área com vegetação remanescente significativa e que integram os mananciais para o abastecimento de água da cidade, com ocupação urbana desordenada e ambientalmente inadequada).
2. Urbanização e Qualificação Urbana (são áreas ocupadas predominantemente por população de baixa renda, com grande concentração de loteamentos irregulares e favelas. Têm baixa taxa de emprego e infra-estrutura básica incompletas. Apresentam também deficiência de equipamentos sociais, culturais, de comércio e serviços).
 3. Urbanização consolidada (são áreas formadas por bairros consolidados, habitadas por população de renda média alta, que contam com alta taxa de empregos e boas condições de urbanização, apresentando significativo aumento das construções verticais).
 4. Reestruturação e Requalificação (são áreas com boa infra-estrutura, com alta taxa de emprego por habitante, mas que passam atualmente por processos de esvaziamento populacional e desocupação dos imóveis).
 5. Urbanização em consolidação (são áreas que aparecem com condições sócio-econômicas intermediárias em relação a faixa 2 e 3. Têm condições de atrair investimentos imobiliários privados em residências e estabelecimentos comerciais e de serviços).

De maneira similar ao parâmetro “zoneamento”, o desenvolvimento urbano não permite sua conversão em valor quantitativo⁵⁵. Porém diferentemente do “zoneamento”, seus 5 intervalos são bem distintos em relação às características de melhorias em redes de infra-estruturas, podendo seu utilizado desde que se conheça a área de estudo (através de arquivos das prefeituras) ou por verificação in loco de suas características.

3.2.4. Mercado Imobiliário e Código de Obras na Intensificação do Uso de Gás Natural

Este parâmetro mostra a dinâmica da cidade com base no número de lançamentos imobiliários residenciais e de prestação de serviços, apontando vetores de crescimento do consumo de energia.

Os estudos imobiliários têm como propósito mostrar as tendências do mercado formal de imóveis pela ótica dos lançamentos imobiliários e responder a questões imobiliárias

⁵⁵ Os únicos parâmetros não numéricos utilizados para análise da rede canalizada de gás natural são o Zoneamento e o Desenvolvimento Urbano.

complexas, como a vocação imobiliária da região, onde o terreno alvo é analisado sob diferentes aspectos: zoneamento, restrições de uso, desapropriações e tombamentos para estabelecer os usos possíveis, viabilidade econômica, adequação mercadológica, analisando a região como um todo em termos de oferta e demanda por novas construções.

O mercado imobiliário, bem como todas as construções residências e de prestação de serviços, tem ao longo dos últimos anos contribuído para a difusão das facilidades de utilização do gás natural, através do cumprimento de legislação do Código de Obras (1992)⁵⁶, específica para instalações prediais para gás em novos empreendimentos⁵⁷ no município de São Paulo. Este fato viabiliza a expansão da rede e difunde a multi-utilização do gás em aplicações além do tradicional fogão.

No caso do Município de São Paulo, das maiores regiões metropolitanas do Estado e também de outras capitais brasileiras, é fácil obter o ranking do mercado imobiliário por distritos, através de relatórios da Empresa Brasileira de Estudos de Patrimônio⁵⁸.

Visando a utilização do modelo em cidades menores, que não estejam no âmbito de atuação da Embraesp, sugerimos a consulta à Secretária de Obras do Município em estudo, pois através dos alvarás para novas edificações, também é possível levantar as características dos imóveis em construção.

O uso do gás natural tem na instalação predial uma alavanca de expansão do seu uso. No Estado de São Paulo a Companhia de Desenvolvimento Habitação e Urbano introduziu desde 2004-05, a instalação predial para gás em seus conjuntos habitacionais conforme mostra

⁵⁶ *Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo -Seção 9.3 – Instalações Prediais*

LEI: 9.3.2-As edificações deverão dispor de instalação permanente de gás combustível 9.3.2.1-Os ambientes ou compartimentos que contiverem equipamentos ou instalações com funcionamento a gás deverão ter ventilação permanente, assegurada por aberturas diretas para o exterior, atendendo as N.T. da autoridade competente.

9.3.2.2-O armazenamento de recipientes de gás deverá estar fora das edificações, em ambiente exclusivo dotado de aberturas para ventilação permanente.

DECRETO: 9.C.2- As edificações deverão dispor de instalação permanente de gás combustível, conforme disposto no Decreto 24.714, de 07 de outubro de 1987, com as alterações introduzidas pelos Decretos 24.757, de 14 de outubro de 1987, e 27.011, de 30 de setembro de 1988.

9.C.2.1-A ventilação permanente nos compartimentos que contiverem equipamentos com funcionamento a gás, deverá atender às NTC da Companhia de Gás de São Paulo - COMGÁS.

9.C.2.2-O armazenamento de recipientes de gás (cilindros de GLP) deverá estar em ambiente exclusivo, dotado de abertura com ventilação permanente, situado em área externa à edificação, podendo ser enquadrado como obra complementar, de acordo com a Tabela 10.12.2 do COE.

⁵⁷ A obrigatoriedade das instalações ocorre no Município de São Paulo. Porém em outros municípios mesmo sem a lei, a presença de instalação para uso do GN nas novas edificações é uma vantagem na valorização do imóvel que as construtoras vêm introduzindo em seus projetos para facilitar a comercialização de seus empreendimentos.

⁵⁸ A base de dados da EMBRAESP compreende edifícios com quatro ou mais pavimentos e condomínios horizontais ostensivamente lançados por meios publicitários. É importante notar que as informações coletadas referem-se aos lançamentos refletindo portanto o fluxo de mercado e não o seu estoque (SEMPLA, 2006).

o relatório GRAPOHAB⁵⁹ (2003): “Nos municípios operados pela concessionária de gás, deve-se analisar a existência e disponibilidade de rede, com a prévia verificação da demanda necessária do empreendimento e a capacidade da rede”.

Também conforme menciona a COMGÁS (2003): “Para o uso comercial, nos lugares onde já existe gás encanado disponível, sua utilização é obrigatória” (substituindo o gás de botijão). Seja por exigência municipal ou como vantagem imobiliária, considera-se que a presença de instalação para GN nas novas construções otimiza a expansão da rede.

3.2.5. Taxa de Urbanização

Há uma grande discussão entre diferentes concepções e definições do que se entende por território urbano e rural. Essas definições são importantes, juridicamente, para definir as tributações e competências dos entes federativos – município, estado, União.

O Código Tributário Nacional para efeitos tributários inicialmente adotou o critério da situação ou localização do imóvel, reputando como urbano o imóvel localizado em zona urbana e rural seria o que estivesse fora desta zona (art. 32). Porém, a Lei nº 5.868/72 estabeleceu, com relação ao imposto territorial rural, o critério da destinação, ao estipular que considera imóvel rural aquele que se destinasse à exploração agrícola pecuária, extrativa vegetal ou agroindustrial e que independente de sua localização, tivesse área superior a um hectare). No aspecto legal e jurídico estas definições são essenciais para fins da organização político-administrativa e territorial do município, bem como para estabelecer a política tributária aplicável sobre a propriedade urbana e rural.

O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) adota critérios para quantificar a população urbana e rural, a partir dos perímetros urbanos demarcados nos municípios. VEIGA (2002) propõe outros critérios para definir esses termos, como o número total de moradores e a densidade populacional. Assim, os municípios com um número ínfimo de moradores na sede podem ter perfil eminentemente rural. Em muitos casos, pelos critérios do IBGE, esse tipo de município é considerado como núcleo urbano.

O rural diferencia-se na forma de usar e ocupar o solo, geralmente mais dispersa; essa diferença leva a muitas discussões sobre como deve ser, em espaços classificados como rurais, a relação entre o tipo de assentamento e a oferta de serviços públicos, infra-estrutura de saneamento ambiental e equipamentos sociais de saúde, educação, entre outros.

⁵⁹ O GRAPROHAB – Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de São Paulo foi estabelecido pelo Decreto Estadual N° 33.499 DE 10.07.1991 e Resolução SH N° 087 de 02.09.1996, tem por objetivo centralizar e agilizar os procedimentos administrativos de anuência prévia do Estado para empreendimentos de parcelamento do solo urbano e implantação de núcleos habitacionais, públicos ou privados.

Pode-se dizer que, no urbano, os serviços e equipamentos urbanos (redes de infraestrutura, serviços, transporte público, atividades comerciais e industriais) estão consolidados e são contínuos; há alta densidade populacional e as propriedades imobiliárias são fragmentadas. Definido dessa forma, o urbano pode ser reconhecido pela extensão e oferta dos serviços públicos e pela densidade populacional e viária. Nesse urbano, pode ou não existir produção agrícola (mais adiante definida como agricultura urbana). No rural, a extensão dos serviços e equipamentos públicos é restrita ou parcial, a dimensão das propriedades é muito maior e predominam as atividades agrícolas e áreas de preservação. Nesse espaço, há enclaves de urbano (colônias, loteamentos, condomínios), mas não há continuidade espacial entre eles (PEREIRA BARRETO *et al*, 2004).

Na análise de áreas rurais é importante identificar a topografia, acessibilidades e infraestruturas adequadas para as diversas formas de produção agropecuária, extração vegetal, exploração mineral, usos não agrícolas como, por exemplo, turismo, chácaras de veraneio, moradias permanentes, dentre outras. O princípio da sustentabilidade ambiental deve orientar a classificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal, segundo o estado de conservação dos recursos naturais e sua capacidade de regeneração, nos casos de degradação. Tal princípio deve nortear também a identificação dos locais com maciços vegetais compostos de diversas espécies, em distintos estágios de preservação (PEREIRA BARRETO *et al*, 2004).

A definição do que é urbano e rural para o planejamento do município, é feita a partir da aprovação de lei municipal pela Câmara de Vereadores; em cada localidade, são desenhados os perímetros urbanos e rurais em função dos interesses e das perspectivas de desenvolvimento territorial do município. Para efeito de inserção no modelo proposto é utilizado o método do IBGE e os valores por ele já determinados, sem entrar no mérito da discussão gerada na caracterização rural-urbano, através da fórmula:

$$\text{Taxa de Urbanização} = \frac{\text{Área Urbana}}{\text{Área Total}} * 100 \quad (3)$$

Para determinação da taxa em áreas menores que o município, ao invés do IBGE deve-se consultar a prefeitura e seu cadastro territorial predial para verificar o que é considerado urbano em cada bairro ⁶⁰.

⁶⁰ O município de São Paulo fez o cálculo para cada um de seus 96 distritos.

3.3. Projeção do Consumo de Gás Natural Usando Estratificação de Usos do Solo

Em geral, a projeção da demanda por energia sempre é considerada em modelos de prospecção de mercados visando a implantação do serviço em rede.

Aqui também, o modelo proposto para a estimativa de consumo de GN utiliza a definição de conversão de outras energias em gás natural, mas também usa a dinâmica urbana como auxiliar para uma projeção mais rápida sem considerar “volumes”, definindo o consumo possível utilizando o número de domicílios, estabelecimentos comerciais, de prestação de serviços e instalações industriais, que vão sendo desmembrados por setores produtivos segundo o Cadastro Nacional das Atividades Econômicas (2003). Desta forma, em um primeiro momento, a atividade econômica é agregada em totais de estabelecimentos. Em seguida, explora-se as divisões setoriais da economia, possibilitando estimativas de consumo através da concentração especial das diversas áreas produtivas na região de estudo, sem considerar porte e conseqüentemente o consumo de cada energia. A escolha das opções para detalhamento dos usos do solo e estimativa da demanda por GN - método 1: pelo volume exigindo amostras in loco ou método 2: pelo número de unidades baseado nos graus de divisão do setor produtivo (depende do nível de precisão que se pretende obter e do tempo que pode ser disponibilizado para a coleta de informações).

Associada à caracterização de “unidades locais”⁶¹ são agregados neste item os parâmetros densidade demográfica e renda familiar, fundamentados nas relações: renda versus consumo e demografia versus consumo⁶². Os parâmetros utilizados definidos na tabela 3.4:

Parâmetros	Sigla	Unidade	Característica	Função
Densidade Demográfica	DD	hab/km2	Não finito	Definir demanda por GN (ênfase na concentração populacional)
Renda Familiar (ou poder de compra)	RF	R\$ ou salários mínimos	Não Finito	Definir demanda por GN (ênfase na possibilidade financeira de consumir)
Estratificação (residencial, comercial, serviços, industrial)	E	adimensional	Não Finito	Definir demanda por GN (ênfase de consumo no setor)

Tabela 3.4. Parâmetros que caracterizam “Projeção de Consumo” na proposta para análise da rede de Gás Natural.

⁶¹ Definido pelo IBGE (2003) como o endereço de atuação da empresa que ocupa, geralmente, uma área contínua, no qual são desenvolvidas uma ou mais atividades econômicas, identificado pelo número de ordem (sufixo) da inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica, do Ministério da Fazenda.

⁶² A primeira relação considera o status social (poder de compra ou renda familiar) como determinante do consumo de energia; a segunda relação, considera a aglomeração populacional como determinante da demanda, desta vez não como uma possibilidade a mais que a posição social oferece mas sim, como uma necessidade, sem no entanto entrar na discussão de cunho político entre periferias e distribuição de renda.

3.3.1. Densidade Demográfica

O IBGE (2001) define densidade demográfica como o número de habitantes residentes de uma unidade geográfica em determinado momento, em relação à área dessa mesma unidade.

É um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território e pode ser expresso em várias unidades de área, sendo bastante comum o uso de “hectares”. Porém considera-se que as medidas decorrentes do sistema métrico tradicionalmente utilizado, permitem maior noção de espaço, assim sugere-se que a área dos distritos em “quilômetros quadrados”.

$$\text{Densidade Demográfica} = \frac{\text{Número de Habitantes da área de estudo}}{\text{Área territorial em estudo}} \quad (4)$$

Como mostra VETTER *et al* (1982), é sabido que os serviços urbanos encarecem quando instalados em áreas de baixa densidade, por isso é mais comum que eles sejam instalados naquelas de maior densidade. Embora isso seja correto, não é entretanto praxe haja visto, que regiões administrativas com altas densidades demográficas ainda possuem déficits em serviços considerados prioritários.

Pode-se dizer no caso de investimentos privados, que a relação entre densidade e implantação de infra-estruturas depende diretamente da localização espacial da população segundo grupos de renda. Já os investimentos públicos sugerem que a qualidade de vida deve preceder a possibilidade de consumir e pagar pelo serviço⁶³.

De toda forma, a população com menor renda tende a ocupar regiões periféricas distantes do centro já servido e essa distância incide nos custos de implantação das redes, dificultando sua expansão, mesmo que a densidade populacional aponte mercado consumidor.

A disponibilidade das informações para qualquer município é igual, já que o IBGE cadastra todas as regiões brasileiras.

No caso do Estado de São Paulo, a fundação SEADE também fornece planilhas para os municípios e para os distritos paulistanos. Para unidades menores como bairros e distritos, é necessária consulta as Prefeituras.

⁶³ O estudo da relação: densidade demográfica versus renda é abordado no Capítulo 4, através da análise de influência de cada parâmetro na implantação da rede de GN em 3 diferentes casos. É difícil mensurar a influência da concentração populacional isoladamente, senão não haveria diferencial entre por exemplo os distritos do Morumbi e do Socorro (cidade de São Paulo), já que ambos têm densidades semelhantes. É o conjunto de parâmetros que destaca áreas mais ou menos atraentes à receber a rede de gás natural.

3.3.2. Renda Mensal Média Predominante na Área de Estudo

A renda mensal é um índice calculado levando em conta a média entre os extremos de renda dos chefes da família para cada distrito. Esse parâmetro pode ser expresso tanto em número de salários mínimos como em reais. De toda forma, deve ser convertido à porcentagem para inserção no modelo proposto.

Sem dúvida a renda é uma variável implícita no problema de implantação de infra-estruturas, principalmente àquelas dependentes de empresas privadas, onde a principal meta é o retorno do investimento na obra civil no menor espaço de tempo, relacionado ao par de parâmetros: renda x possibilidade de consumo. Onde há concentração de baixa renda geralmente há deficiência do serviço, mesmo que público e em geral, inexistência de serviço privado.

SACHS (1999) comenta a analogia entre presença de redes, localização espacial e renda: a polarização social se inscreve também no espaço. Os centros das cidades e os bairros elegantes concentram a maioria das infra-estruturas e vivem um boom imobiliário. Também VETTER *et al* (1982), ressalta o círculo vicioso entre investimento em redes e atração de usos do solo mais sofisticados e atração de famílias com maior rendimento, gerando um alto nível de demanda efetiva para os serviços e determinando o status social da área, beneficiando o preço dos imóveis, aumentando a segregação residencial segundo grupos de renda e fechando o círculo com a influência dessa segregação residencial sobre a incidência dos investimentos públicos e privados.

A renda de maneira geral é fator de atração ou repulsão de infra-estruturas na relação “renda versus consumo – em especial de energia”, mas também é de grande relevância indireta quando se focaliza as estratégias de locação e expansão do mercado imobiliário e de serviços mais sofisticados que por sua vez irão demandar mais energia e possivelmente sustentar a implantação da rede de GN, evidenciando que a renda predominante na área a ser analisada sempre é um parâmetro a ser considerado, pois mesmo isoladamente, diferentemente da densidade demográfica, sempre é uma vantagem atrativa a implantação do serviço de cunho privado, seja ele qual for.

A generalização desse parâmetro costuma ser bastante simplificada através de mapas elaborados em 5 intervalos que podem ser diretamente utilizados para a análise proposta. Mesmo em municípios que não disponibilizam mapas, tabelas do IBGE sempre são localizadas e facilmente convertidas em 5 agrupamentos. Para o desmembramento em unidades menores que o município faz-se necessária a consulta as prefeituras e a seus planos diretores.

3.3.3. Estratificação de Usos

O método proposto permite estimar o consumo de gás natural em 5 diferentes níveis de detalhamento em função dos 4 tipos de ocupação do solo e das definições do IBGE (2003):

- Número de domicílios: domicílio é o local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que esteja sendo utilizado como tal.
- Número de estabelecimentos de serviços, comércio e indústrias: considera-se como estabelecimento a unidade de cada empresa /indústria separada espacialmente, ou seja, em endereços distintos. No caso dos estabelecimentos com mais de uma atividade econômica, o enquadramento do IBGE considera a atividade principal, gerando 3 diferentes agrupamentos em função dos usos do solo.
- Estabelecimentos institucionais: estabelecimentos públicos sejam eles edifícios administrativos de órgãos públicos, escolas, creches, hospitais, bibliotecas, salas de cinema, salas de teatro, centros e oficinas de cultura, museus, ou seja, todas as edificações ligadas ao poder público. Essas unidades são inclusas no uso “prestação de serviços”.

Agregadas as unidades em 4 grupos de usos do solo, parte-se para o desmembramento de cada uma delas segundo o Cadastro Nacional da Atividades Econômicas gerando 4 níveis baseados na contagem de unidades e um quinto nível que explora a pesquisa amostral e uma resposta de projeção de consumo em volume. Os quatro níveis hierárquicos do CNAE (IBGE, 2003) são expressos por:

- **Seção** – identificado por um código alfabético de 1 dígito, que é o responsável pelo agrupamento nas diversas atividades econômicas;
- **Divisão** - identificada por um código numérico de 2 dígitos;
- **Grupo** - identificada por um código numérico de 3 dígitos;
- **Classe** - identificada por um código numérico de 4 dígitos.

Assim, por exemplo, se o número CNAE⁶⁴ de uma determinada empresa for **”D”** indica o grupo “indústria de transformação”. Se o seu código é **2511**, o número **25** indica a **divisão**. Neste caso, empresas que exercem atividades de “Fabricação de artigos de borracha e plástico”. A combinação dos três primeiros dígitos da CNAE, no caso deste exemplo, o número **251**, refere-se à classificação de **grupo**, ou seja, empresas que exercem atividades de “Fabricação de artigos de borracha”. Por fim, os quatro dígitos da CNAE, neste caso **2511**,

⁶⁴ Exemplo retirado da Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego, que seguem as categorias da Classificação Nacional de Atividades Econômicas/CNAE – IBGE.

formam a **classe**, indicando que a atividade principal da empresa é de “Fabricação de pneumáticos e câmaras-de-ar”. A figura 3.3. exemplifica a leitura do CNAE utilizada no modelo.

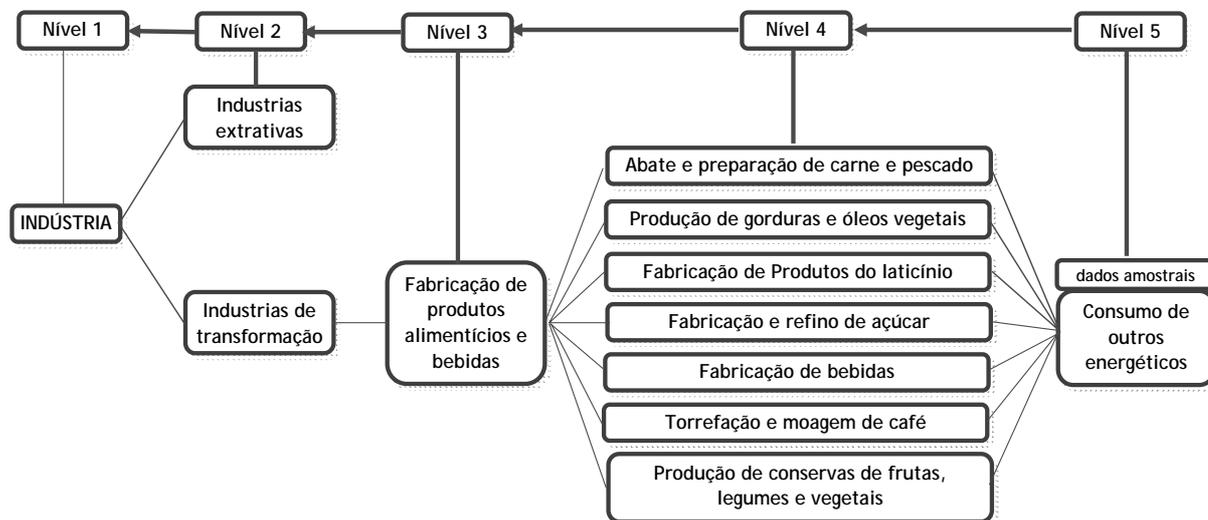


Figura 3.3. Exemplo de leitura da codificação do CNAE adaptada ao modelo.

Elaboração: MASSARA, 2005.

Na figura 3.3., o nível 1 representa o tipo de uso do solo, o nível 2, a codificação *divisão*, o nível 3, a codificação *grupo* e o nível 4⁶⁵, a *classe*. Os 4 primeiros níveis de detalhamento da figura acima utilizam para a projeção de consumo, o conceito de número total de unidades na área de estudo, ou seja, não lidam com o porte e nem com o tipo de atividade desenvolvida em cada unidade.

Considera-se assim que uma área de estudo será mais atrativa á receber o gás natural canalizado, quanto maior for o número de unidades em cada um dos tipos de uso do solo. Para diferenciar a importância entre eles, o parâmetro dentro do modelo deve receber um número que funciona como um peso diferencial ressaltando usos do solo ou setores mais propícios ao uso do GN⁶⁶. Para a estratificação detalhada de usos, é possível a combinação de informações de 5 fontes:

- Cadastro Nacional das Atividades Econômicas (CNAE-IBGE, para todo o Brasil);⁶⁷
- Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PEAP-SEADE) – tabulação especial;

⁶⁵ A codificação *divisão* foi ignorada sendo substituída na adaptação ao modelo por “tipo de uso do solo”.

⁶⁶ O objetivo aqui é o de trabalhar com as informações urbanas sobre unidades locais e não consiste em aprofundar a questão da porcentagem de conversão de outros energéticos ao GN. Vasta bibliografia e projetos acadêmicos e profissionais estão em desenvolvimento nessa área. Isso depende de várias características como área de atuação da empresa e seu porte, conforme é demonstrado no Capítulo 5.

⁶⁷ Para empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas é possível se obter informações mais detalhadas, ou seja, para as classes CNAE (quatro dígitos) e para municípios.

- Anuário das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP);
- Cadastro Territorial e Predial Urbano - (Secretária de Finanças dos municípios), para todo o Brasil;
- Diretório Nacional de Endereços (CORREIOS), para todo o Brasil.

Já o nível 5, é construído visitando os domicílios e estabelecimentos segundo a estratificação mais detalhada, ou seja, no nível 4. A princípio foi proposto que seria interessante o levantamento global de dados físicos (como número de funcionários, moradores, número de leitos, etc.), de equipamentos (número de chuveiros, aquecedores, informações sobre caldeiras, etc.) e consumos gerais. Por fim, resolveu-se apenas utilizar dados sobre os consumos gerais de outros energéticos em cada unidade visitada e sua relação com porcentagens de conversão ao GN⁶⁸.

Os esquemas seguintes mostram a estratificação completa para cada um dos usos do solo. Notar na figura 3.4., que no caso residencial que tem menor detalhamento, o nível 1 se repete no nível 2, já que para uniformização do modelo era necessário que todos os setores permitissem a estratificação em número igual de níveis (o que do ponto de vista computacional é relativo e não relevante).

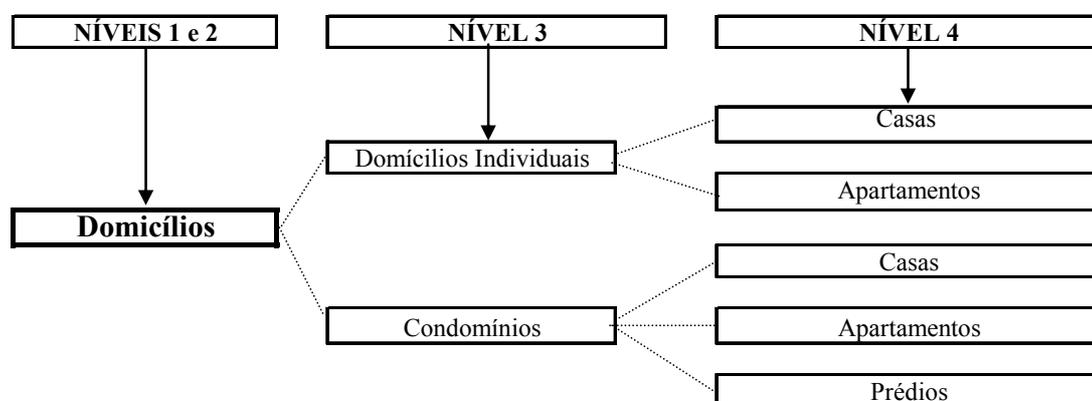


Figura 3.4. Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Residencial. Elaboração: MASSARA, 2005.

Em resumo, para os estudos de caso foram utilizados diferentes níveis, considerando os setores onde o uso do gás natural canalizado está mais difundido⁶⁹:

- No uso residencial: unidade domicílio individual (mesmo em apartamentos) (figura 3.4.)⁷⁰,
- No uso comercial: postos de gasolina, hipermercados; supermercados, padarias, açougues, shoppings centers, frigoríficos (estratificação completa na figura 3.5.);

⁶⁸ Vide nota 66.

⁶⁹ Informação apoiada nas vendas da COMGÁS por setores (2007).

⁷⁰ O uso do agrupamento “condomínios” é justificado pela associação possível à tarifa residencial coletiva.

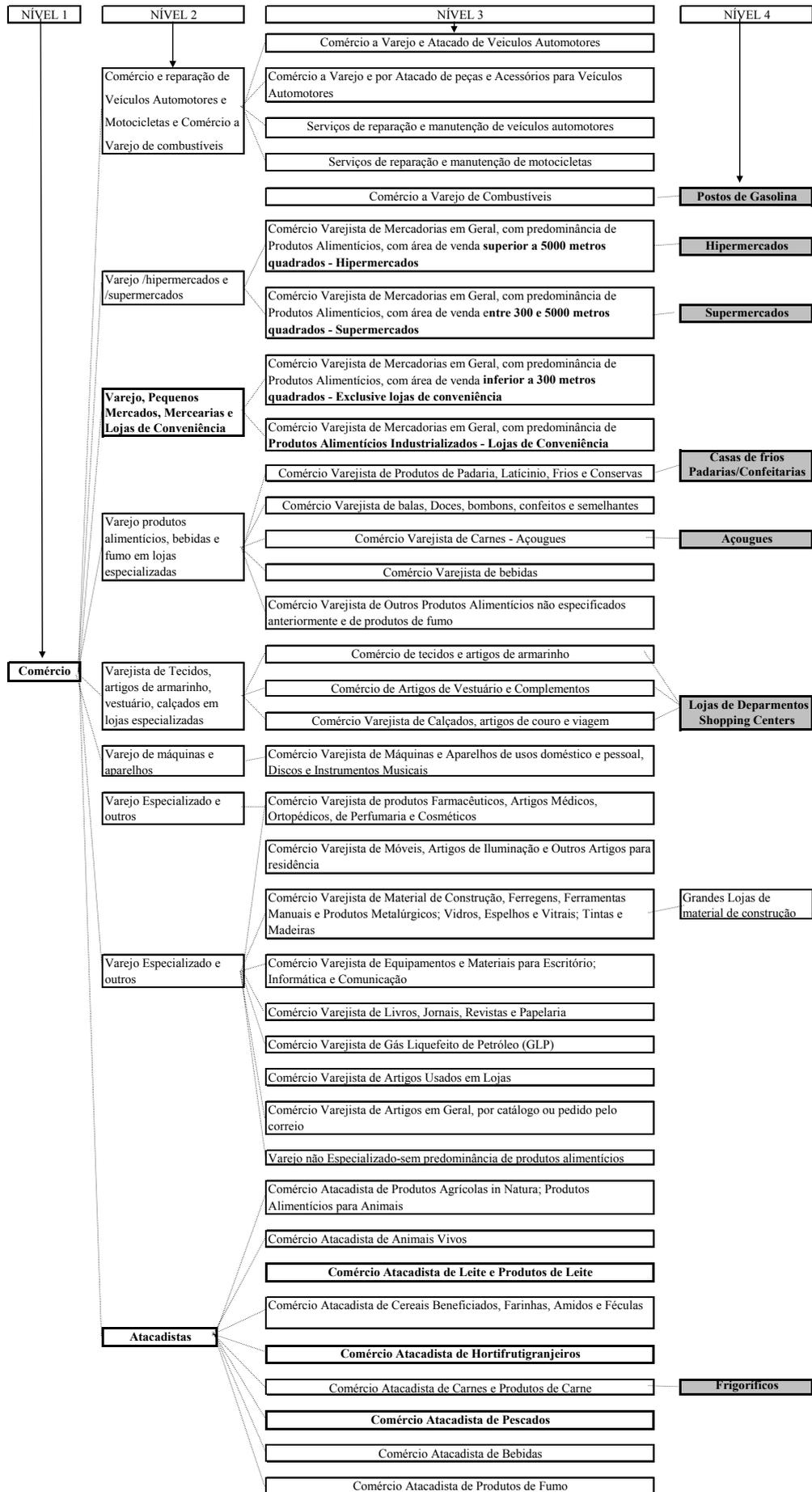


Figura 3.5. Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Comércio. Elaboração: MASSARA, 2005.

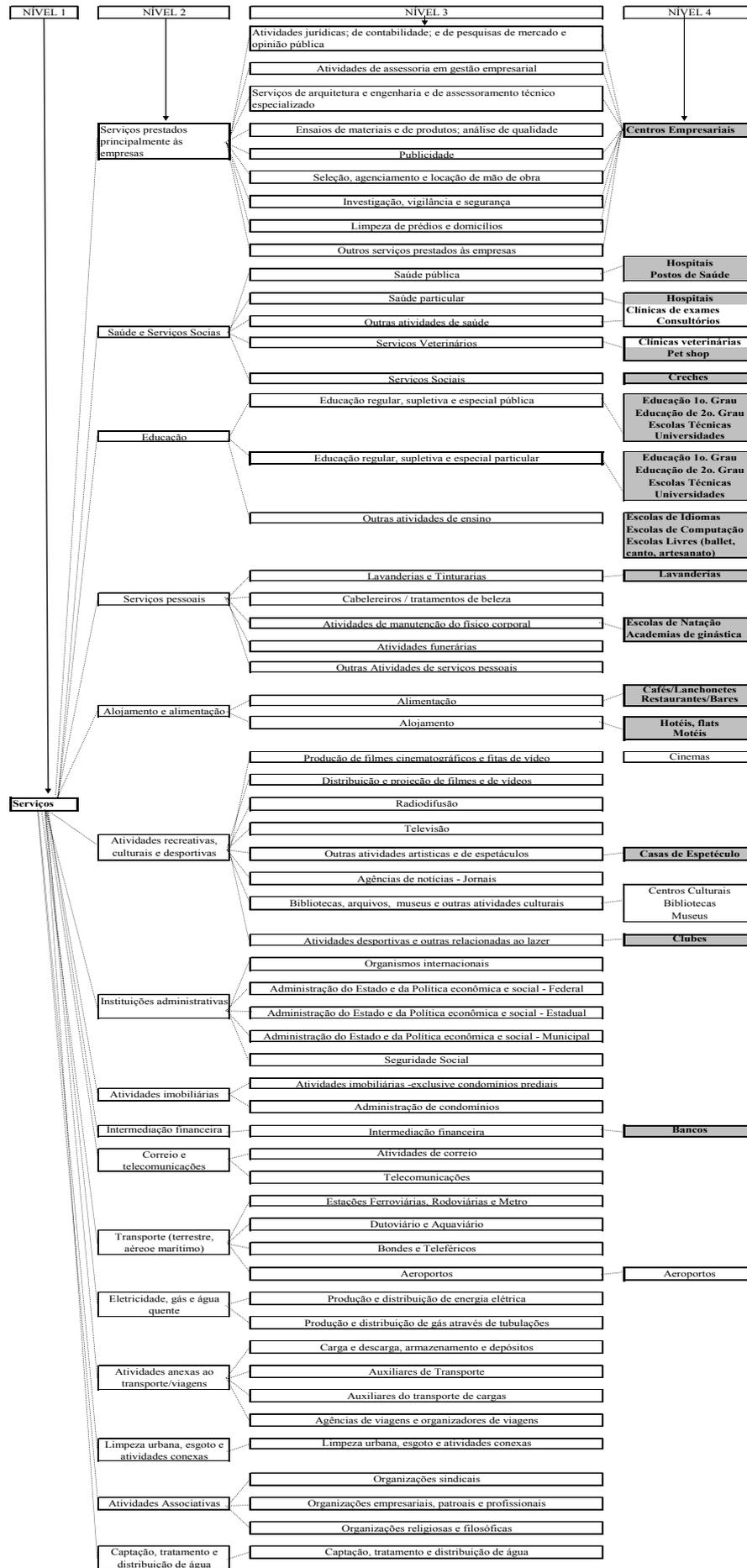


Figura 3.6. Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Serviços. Elaboração: MASSARA, 2005.

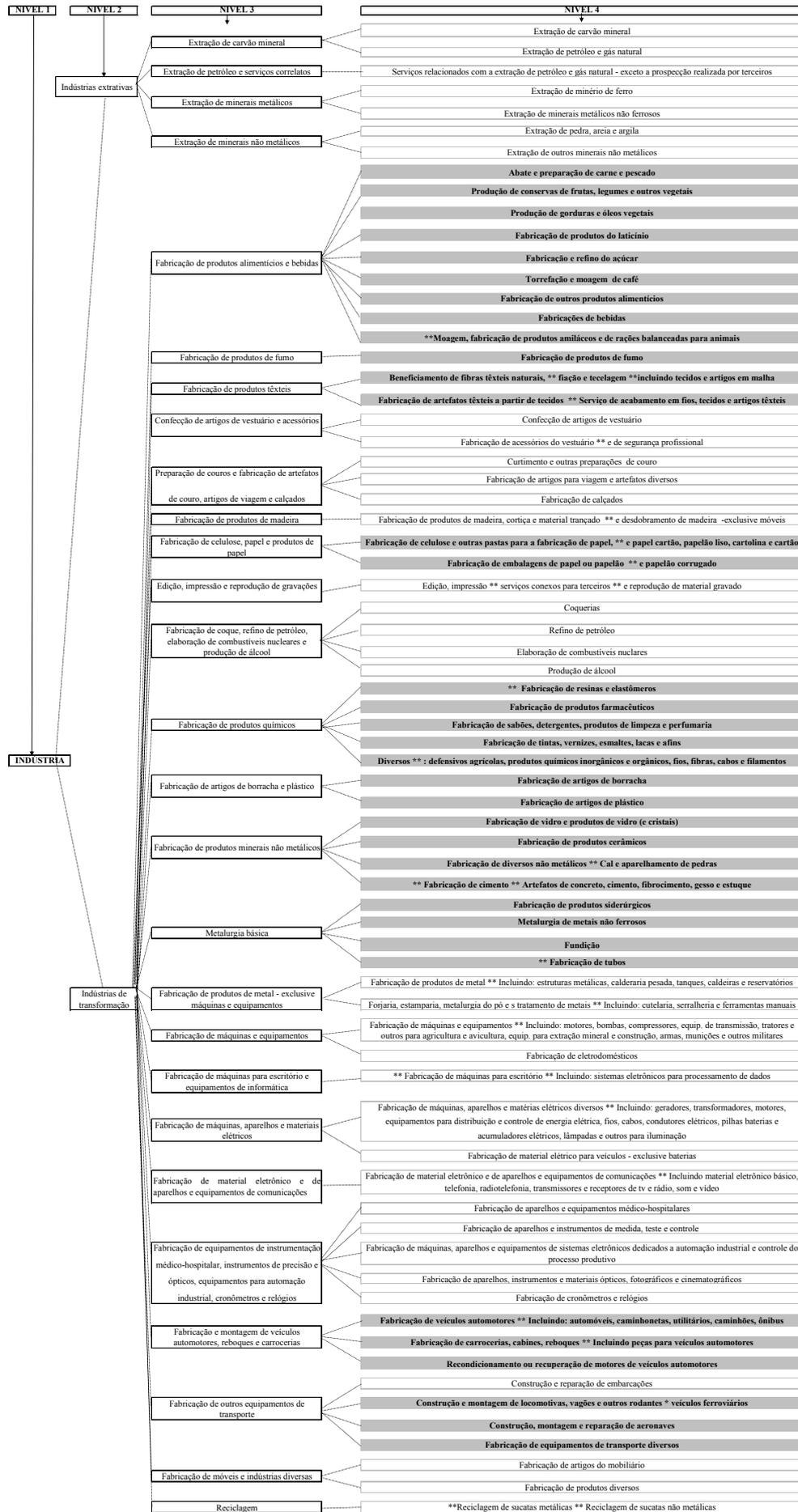


Figura 3.7. Estratificação usada do modelo em 4 níveis de detalhamento segundo o CNAE – Uso Industrial. Elaboração: MASSARA, 2005.

- No uso prestação de serviços: centros empresariais, hospitais, escolas (nos vários graus); lavanderias, clubes, academias, bancos (estratificação completa na figura 3.6.);
- No uso industrial: alimentos e bebidas, produtos têxteis, químicos, borrachas e plásticos, metalúrgicos, veículos, papel e celulose e minerais não metálicos (estratificação completa na figura 3.7.).

A estratificação em usos do solo e categorias de atividade serve também para definir o adensamento da rede já existente e a receita bruta da concessionária.

O adensamento pode ser cálculo de duas formas: usando o número total de estabelecimentos e o número daqueles já conectados à rede (níveis 1 a 4 de estratificação) ou então por diferenças de volume (possível apenas quando se trabalha com o nível 5). A figura 3.8., resume o modelo proposto baseado em indicadores urbanos, apresentado no capítulo 5:



Figura 3.8. As 2 opções para cálculo do adensamento conforme a estratificação escolhida. Fonte: MASSARA, 2005.

A importância da estratificação em usos do solo é enfatizada pelas diferentes classes tarifárias⁷¹ das concessionárias que incidem nos diferentes setores. Dependendo do segmento e do volume consumido, existe uma tarifa fixa e outra móvel que compõe a conta de gás canalizado. Como esse cálculo lida com projeções em volume que propiciem a seleção da faixa e assim determinem a tarifa (retorno a concessionária como “receita bruta”), só pode ser feito se a projeção de consumo usar o nível 5 de estratificação⁷².

⁷¹ Todas as concessionárias disponibilizam em seus sites as faixas por segmento e as várias bandas (intervalos) por volume.

⁷² Exemplos da modelagem usando os 5 níveis de estratificação são demonstrados no Capítulo 5.

3.4. Sistema Canalizado – Obra Civil

Com o respaldo apresentado no Capítulo 1, sobre o desenvolvimento tecnológico da obra civil e o papel da administração pública em obras de infra-estrutura nos centros urbanos já consolidados (tendo como exemplo o Município de São Paulo), que vem facilitando a implantação de redes em cidades consolidadas, insere-se neste item parâmetros que envolvem as distâncias a percorrer dentro da área de estudo e entre ela e o último ponto já servido, bem como sua importância de ligação com outros bairros e municípios, exigindo maior agilidade no processo da obra.

Optou-se por não associar valores numéricos às distâncias, considerando que erros grosseiros no detalhamento da obra civil possam ser cometidos e que a simples representação das distâncias já representa o custo da obra⁷³.

Outro ponto diferencial do modelo proposto neste trabalho, é a inclusão do parâmetro “densidade construída por uso do solo” que aponta concentrações de domicílios e estabelecimentos produtivos considerando seu porte em área construída, favorecendo a interpretação de áreas verticalizadas ou com predominância de grandes instalações de atividade econômica o que indiretamente traduz a menor ou maior necessidade de ramificações das tubulações, com base na premissa quanto maior é a concentração de área construída residencial, maior é a ramificação necessária para conectar a rede aos edifícios e ao contrário, quanto maior a área construída industrial, menor é a necessidade de ramificar a rede, tornando em linhas gerais a implantação além de mais rápida, menos onerosa.

Os parâmetros relacionados ao “sistema canalizado” são resumidos no quadro abaixo:

Parâmetros	Sigla	Unidade	Característica	Função
Distância do ponto a servir ao último ponto já servido	D	km	Não finito	Determinante da expansão física da rede
Extensão total das vias a servir na área de análise	E	km	Não Finito	Determinante da expansão física da rede
Incidência de vias de grande tráfego	T	adimensional	Não Finito	Determinante da expansão física da rede
Densidade Construída (residencial, comercial, serviços, industrial)	DC	m ² /km ²	Não Finito	Determinante da expansão física da rede

Tabela 3.5. Parâmetros que caracterizam “Projeção de Consumo” na proposta para análise da rede de Gás Natural.

⁷³ Colegas de outras universidades abordam modelos que lidam apenas e detalhadamente com o custo de implantação das redes.

3.4.1. Distância Euclidiana (para a rede de distribuição)

Representa a distância em quilômetros entre o último ponto servido e o primeiro a servir, para a rede de distribuição. Essa distância é considerada em linha reta, sem levar em conta as modificações topográficas e suas curvaturas.

A obtenção desse parâmetro depende apenas de se conhecer o mapa de cobertura da rede da concessionária e de um mapa do município em estudo com divisão entre os distritos, convertê-los na mesma escala gráfica e medir a distância entre os dois pontos.

Esse conceito está baseado na análise simples entre uma área já servida e outra distante desse núcleo de forma isolada, como se fosse apenas uma “linha-tronco” sem nenhuma ramificação intermediária entre as duas regiões, como por exemplo, as linhas em grande extensão que percorrem a zona leste do município de São Paulo, sem atravessar malhas de distribuição⁷⁴ (COMGÁS, 2006), um exemplo fictício é traçado na figura 3.9., Sendo a distância, a linha em azul.

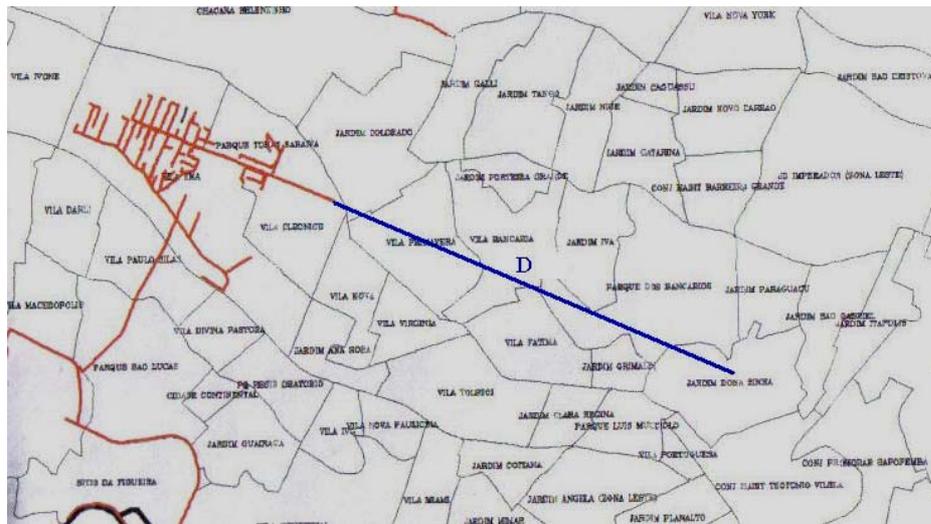


Figura 3.9. Exemplo hipotético do conceito de “distância” usado no modelo. Fonte: COMGÁS, 2006; SEMPLA, 2006 (combinação entre mapas)

Vale lembrar que neste caso, quanto maior a distância, pior é para a expansão, pois considera-se que o processo da obra civil seja mais complexo e mais caro⁷⁵, portanto as menores distâncias tornam a área de estudo mais propícia em receber a rede de gás natural.

⁷⁴ A COMGÁS gentilmente cedeu o mapa de cobertura da rede para uso de fim acadêmico, que permitiu esse exemplo.

⁷⁵ Do ponto de vista isolado da obra civil. É claro que a demanda pode compensar o transtorno e o investimento, porém mesmo assim, a distância sempre será relevante, pois mesmo com demanda pode-se substituir a rede por outros processos, como por exemplo, distribuição em bob-tail (caminhão que transporta gás para encher botijões fixos em residências e indústrias).

3.4.2. Extensão das vias (para ramificações)

Representa a extensão das vias dentro do distrito em estudo, com dutos de menor diâmetro, ou seja, a malha de distribuição, levando em conta as curvas e desníveis topográficos. Para a obtenção desta informação não é mais necessário o mapa da concessionária, podendo ser extraído de qualquer mapa em escala ou com maior exatidão dos cadastros das prefeituras.

Alguns municípios tem a somatória em quilômetros por bairros pronta, agilizando a coleta de dados.

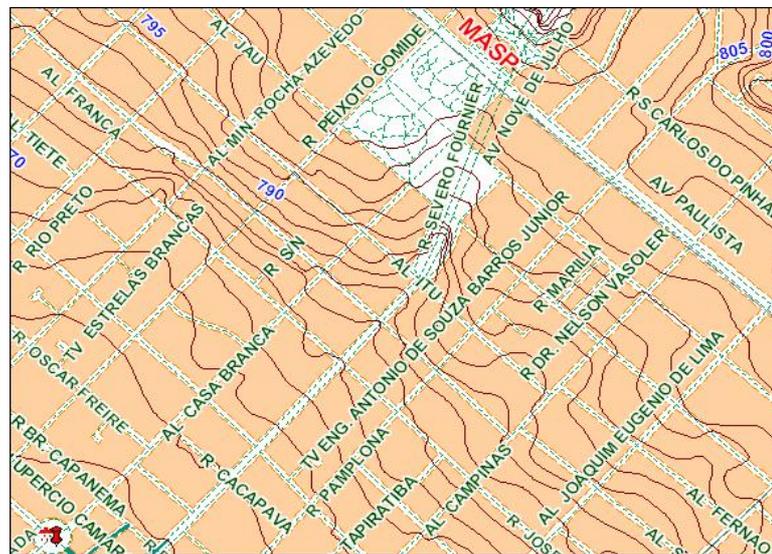


Figura 3.10. Exemplo de mapa para determinação do somatório de extensão das vias. Fonte: SMIEU, 2004. Figura sem escala

Embora com menor ênfase do que para o parâmetro anterior (distância), aqui também as menores somas representam situação de maior atração à implantação da rede.

3.4.3. Porcentagem de Vias de Tráfego com Grande Importância

Mesmo com a evolução do processo construtivo e estando a interdição de uma mesma quadra limitada a dois dias, esse parâmetro indica a importância do distrito como ligação entre bairros e outros municípios e a especial atenção que deve ser oficialmente dispensada ao plano de interdição das vias. Esta informação pode ser obtida em qualquer mapa em escala que permita detalhar todas as ruas da área de estudo e que de preferência ressalte as vias-tronco, ou seja, àquelas de maior importância, como mostra a figura a seguir, destacando as principais vias municipais em amarelo e intermunicipais em laranja.



Figura 3.11. Exemplo de mapeamento simples indicando ruas e artérias principais. Fonte: <http://www.glosk.com.br>, 2007. Figura sem escala.

A incidência de vias de grande tráfego é estimada pela expressão:

$$T = \frac{\text{Número de vias de grande tráfego na área em estudo}}{\text{Número total de vias na área em estudo}} \quad (5)$$

Para maior rapidez e precisão nessa estimativa, sugere-se a consulta aos Departamentos de Engenharia de Tráfego dos municípios em estudo.

Assim como para os dois parâmetros anteriores (D e E), quanto menor for T, melhor é a área para implantação da rede de gás natural.

3.4.4. Densidade Construída

A densidade construída SEMPLA (2001), é um índice expresso pela relação entre a área construída e a área do terreno, sendo que áreas com grande verticalização apresentam taxas superiores a três ou quatro unidades.

Para este trabalho, foi adaptada a definição da SEMPLA (2001) visando enfatizar a concentração de um certo uso em uma região, desta vez representada pela soma dos metros quadrados construídos para um determinado uso em função da área total em estudo. Assim ao invés de apenas considerar cada terreno e sua respectiva construção individualmente, usa-se a soma de toda a metragem de construção (por tipo de uso), dividida pela área total da região em questão.

A densidade construída em m²/km², é obtida pelo quociente entre a área construída e a área total, justificando seu uso através do conceito de que em áreas com grande densidade construída residencial, supõem-se maior investimento com ramificações (capilaridade da rede de distribuição).

A expressão seguinte demonstra como foi feito o cálculo das densidades por tipo de uso:

$$\text{DC residencial} = \frac{\sum \text{área dos domicílios em estudo}}{\text{Área territorial total em estudo}} \quad (6)$$

Da mesma forma para os usos comercial e serviços (que são somados) e para o uso industrial (calculados separadamente).

Este parâmetro considera que a concentração de estabelecimentos industriais de grande porte minimiza o gasto com ramificações, portanto, quanto maior a densidade construída industrial em um distrito, menor o gasto com ramificações.

A generalização do uso deste parâmetro é mais complexa já que é necessário um esforço braçal nas cidades que não possuem relatórios com o total de metros de construção por distrito. Quando isso ocorrer, é mister buscar informações junto às secretarias municipais de finanças que devem apresentar a tabulação do Cadastro de Imóveis do município, que exige a criação de outra tabela agrupando as informações por ruas e distritos. Para alguns municípios, empresas particulares já elaboraram cd-rom com essas informações, facilitando o trabalho.

Em geral, o cadastro imobiliário da Prefeitura, é mantido pelo Departamento de Rendas e se baseia no aproveitamento bruto dos terrenos (sem considerar recuos) e nos limites de ocupação do solo ditados pela Secretaria Municipal de Finanças.

É um cadastro de base fiscal, que leva em conta as normas de zoneamento e seu reflexo sobre a propriedade imobiliária urbana para o cálculo do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano).

Seu enfoque inclui todas as áreas passíveis de cobrança tributária, mesmo aquelas não-computáveis para fins legais do zoneamento, como as Predial, de Conservação e Limpeza organizadas pelo TPCL (Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza) que possibilita a identificação de processos de verticalização no uso residencial (situação que ocorre quando a área construída correspondente às unidades habitacionais em prédios de apartamentos suplanta largamente aquela decorrente da construção de unidades unifamiliares, classificadas no padrão horizontal).

O TPCL oferece uma enorme riqueza de dados sobre uso e ocupação do solo, sendo utilizado com frequência por urbanistas e planejadores como fonte para análise do espaço urbano.

Para sua determinação são considerados três tipos básicos de uso (residencial, comercial/serviços e industrial), definidos com base nos dados de área construída, além de informações referentes aos terrenos não edificados (não considerados neste trabalho).

O cálculo da densidade é feito a partir do conceito de área construída que entendemos como a soma da área de construção por tipo de uso (residencial, comercial/serviços e industrial) em um distrito.

Seu uso é diferencial pois, está diretamente relacionado a locais predominantemente residenciais e comerciais com grande desenvolvimento urbano e dificilmente expressam proporcionalidade quando comparados ao agrupamento populacional ou seja, nem sempre o local com maior número de prédios é àquele em que vive o maior número de pessoas, validando seu uso e não o sobrepondo em repetição a outros parâmetros.

Pode-se dizer que de todos os parâmetros propostos para o modelo, este é o único que depende totalmente de informações oficiais. Isso implica na necessidade de consulta à cadastros que podem ser considerados sigilosos para uso acadêmico⁷⁶. Outra questão é a dificuldade de atualização em municípios menores, embora disso dependa a correta cobrança e arrecadação do IPTU.

3.5.Considerações Finais Sobre os Parâmetros

Cabe ao fim da conceituação de todos os parâmetros utilizados no modelo, um comentário sobre aqueles parâmetros que aparentemente se sobrepõem uns aos outros, ou seja, que podem dizer a mesma coisa. O primeiro esclarecimento diz respeito a validade dos parâmetros: Usos do solo (no sistema planejamento urbano); Número de estabelecimentos (no sistema projeção de consumo); e Densidade construída (no sistema obra civil).

O uso do solo representa a predominância de mais de 60% de um uso no quarteirão. Isso não quer dizer que esse quarteirão tem o maior número de estabelecimentos desse uso, pois isso vai depender da área física que cada estabelecimento ocupa, ou seja, sua densidade construída.

Para a diferenciação entre esses 3 parâmetros, basta verificar um exemplo da coleta de dados no município de São Paulo e analisar que as posições dos distritos com maior concentração de cada um dos parâmetros não são coincidentes. A tabela 3.6., mostra um exemplo para a ocupação industrial, onde diferentes distritos ocupam a primeira posição em concentração para cada um dos 3 parâmetros.

⁷⁶ Porém que devem ser facilmente cedidos para as concessionárias de infra-estrutura, possibilitando sempre sua inserção no modelo.

Exemplo: Ocupação Industrial					
Uso do Solo	Distrito	Nº. Instalações	Distrito	Densidade Construída	Distrito
1º	Barra Funda	1º	Brás	1º	Ipiranga

Tabela 3.6. Exemplo da diferença entre os conceitos “Uso do Solo”, “Número de Estabelecimentos” e “Densidade Construída”.

Outro ponto de verificação consiste na relação entre uso do solo, renda, densidade demográfica e construída (tabela 3.7.). Quando foi desconsiderada a divisão em 5 faixas de usos mistos do solo e elaborada faixas de porcentagens individuais para cada tipo de uso, não foi possível caracterizar o padrão da construção (associado a renda), se é horizontal ou vertical (associado as densidades demográfica e construída) e assim foram indiretamente validadas a inserção no modelo de todos os outros parâmetros. Basta imaginar que dois distritos podem ter a mesma porcentagem de uso residencial, com densidades construída e demográfica semelhantes e pequenas, representando a ausência de prédios. A renda é que vai diferenciar um distrito do outro. Outras combinações são possíveis: uso residencial igual, renda igual mas densidades (construída e demográfica) diferentes e assim por diante. A tabela 3.7. fornece 1 só exemplo, mas que mostra que todos os parâmetros são necessários. Nesse exemplo, dois distritos têm predominância de uso do solo igual, rendas e densidade construída bem diferentes e concentração populacional aproximadamente igual.

Exemplo: Uso Residencial				
Distrito	% de Uso do Solo	Renda	Densidade Construída	Densidade Demográfica
Moema	=	≠ (>)	≠ (>)	Aprox. (=)
São Domingos	=	≠ (<)	≠ (<)	Aprox. (=)

Tabela 3.7. Exemplo dos conceitos “Renda Familiar”, “Densidade Demográfica” e “Densidade Construída” como auxiliares da caracterização do parâmetro “Uso do Solo”.

Também poderia haver dúvida sobre a consideração entre zoneamento, número de lançamentos imobiliários e desenvolvimento urbano (tabela 3.8.), já que todos esses parâmetros indicam possibilidades de adensamento populacional e conseqüente chances de maior uso da rede canalizada de GN (apenas em tempos diferentes).

A tabela seguinte mostra que um mesmo distrito pode estar em estágios diferentes de incremento populacional, ocupando diferentes posições em relação a lista completa de 96 distritos.

Exemplo: Distrito: Jaguaré		
Zoneamento	Nº. Lançamentos Imobiliários	Desenvolvimento Urbano
Faixa 5 (maior faixa)	Faixa 1 (menor faixa)	Faixa 4 (faixa intermediária)

Tabela 3.8. Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Zoneamento”, “Número de Lançamentos Imobiliários” e “Desenvolvimento Urbano”.

Da mesma forma, o Índice de Exclusão Social (IEX) não se sobrepõe ao índice de Desenvolvimento Humano. Conforme demonstrado no item 3.1, os parâmetros que os embasam são diferentes. A tabela 3.9., mostra que é possível ter a variação entre os dois índices para um mesmo distrito, evidenciando que sua utilização não resulta na mesma conclusão, validando ambos, (considerando as diferentes amplitudes de escala para cada índice).

Distrito: José Bonifácio	
IEX	IDH
-0,600 (amplitude entre -1,00 e +1,00)	0,507 (amplitude entre 0 e 1)

Tabela 3.9. Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Índice de Exclusão Social” e “Índice de Desenvolvimento Humano”.

O Índice de Exclusão quando trata de densidade demográfica, não expressa o valor pontual corrente, e sim a variação de população entre dois períodos, validando o uso simultâneo dos 2 parâmetros. Apenas quando menciona o atendimento por redes básicas ocorre uma dúvida quanto a possível sobreposição entre IEX e a caracterização do atendimento por água, esgoto e iluminação pública. Logo de início verifica-se que o IEX não considera a iluminação pública. Quanto a validação das outras redes, como para cálculo do IEX é utilizada a mistura de outros parâmetros, o valor isolado da análise das redes acaba sendo diluído na expressão e pode também não coincidir com análise individual da rede de água e esgotos. A tabela 3.10., mostra que o mesmo distrito pode ocupar diferentes posições em relação ao IEX e por exemplo, o atendimento da rede de esgoto, validando o uso simultâneo de todos os parâmetros agrupados no sistema qualidade de vida.

Exemplo: Distrito: Artur Alvim		
Abastecimento de Água	Coleta de Esgoto	IEX
100% ^o	100%	-0,425

Tabela 3.10. Exemplo da diferenciação entre os conceitos “Índice de Exclusão Social”, “Atendimento por Rede de Água” e “Atendimento por Coleta de Esgotos”.

De toda forma como será visto no Capítulo 5, o modelo calcula a média de atribuições em cada sistema, o que acaba por minimizar o efeito de qualquer sobreposição de parâmetros semelhantes, se esse fosse o caso.

3.6. A Dinâmica Urbana da Cidade de São Caetano do Sul

São Caetano do Sul é uma cidade de apenas 15 km² e aproximadamente 139.000 habitantes e possui o 1º IDH do país. Foi por grande parte de sua história uma cidade fabril. A existência de empresas como a Cerâmica São Caetano, de dimensões territoriais gigantescas se comparadas as dimensões do Município foram determinantes de sua importância econômica. Em meados dos anos 90 a característica industrial começa a se modificar em função da evasão de várias fábricas, inclusive a Cerâmica. Mudanças nas leis de zoneamento desencadearam um processo de intensificação do mercado imobiliário e da prestação de serviços.

Hoje a cidade ainda conta com instalações de médio a grande porte, como a sede de importante indústria automobilística, várias indústrias de alimentos e doces, bem como uma indústria cerâmica, outra de plásticos e dutos, entre dezenas de micro e pequenas indústrias que estão espalhadas quase que de maneira uniforme por todos os seus 15 bairros. Porém não se pode negar que a verticalização residencial da cidade ganhou muita força com destaque para 3 bairros (Barcelona, Santa Paula e Santo Antônio).

O próprio bairro Fundação próximo a divisa do distrito de Vila Prudente (São Paulo) vem substituindo espaços vazios deixados pelas fábricas e os ocupando com prédios residenciais de mais de 12 andares. Também o bairro Oswaldo Cruz e Santa Maria, intensificam sua verticalização em menor escala.



Figura 3.12. Vista aérea da cidade.

Fonte: PMSCS, 2004.

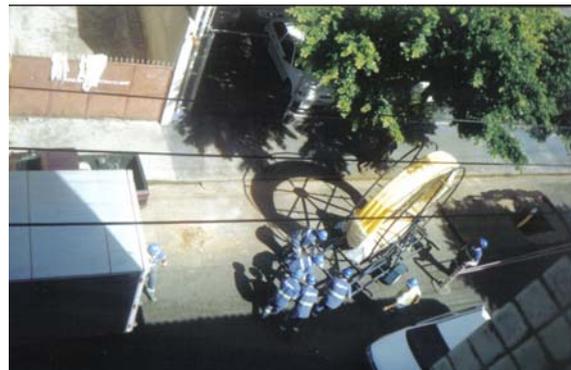


Figura 3.13. Vista de cima da implantação da rede de gás natural no bairro Santa Paula.

Fonte: MASSARA, 2005.

Todo esse desenvolvimento urbano oriundo da verticalização, fez com que a prestação de serviços se expandisse e tentasse acompanhar o grande número de prédios residenciais em construção, e com isso houve o incremento do número de lavanderias, clínicas de estética,

restaurantes e afins, academias de ginástica e escolas de natação, grandes hipermercados e supermercados, potenciais consumidores de gás natural.

Mesmo com dimensões territoriais tão pequenas, a cidade ainda promete expansão no enorme espaço deixado há mais de 1 década pela Cerâmica São Caetano, no bairro de mesmo nome que atualmente passa por uma verdadeira revolução urbanística de seu sistema viário e promete, seja qual for o uso para ele escolhido, que será extremamente bem aproveitado.

A vocação educacional da cidade é imensa e o número de faculdades particulares ultrapassa 5 unidades.

Bairros menores de uso basicamente residencial horizontal, como o Olímpico, o Nova Gerti, o Jardim São Caetano (um pequeno “Morumbi”) e o bairro Mauá, também incrementaram seu uso misto mas, com menor ênfase, sendo assim bairros intermediários para atração da rede canalizada de gás natural.

Desta forma, o lado verticalizado da cidade começa a ser atraente para o mercado de gás canalizado visando o uso residencial e a partir da metade de 2004 a rede começou a se expandir. Na verdade, o município sempre teve um íntimo contato com a rede de gás, há muitos anos, desde antes da privatização da COMGÁS, a cidade era rota de trajeto da rede de alta pressão que a circunda em certa parte de seu perímetro, conforme mostram as figuras 3.14 (a) e (b).



Figura 3.14. Indicativos de segurança da Concessionária para a rede de maior pressão no Centro da Cidade. Fonte: MASSARA, 2007.

Para a coleta de valores dos parâmetros propostos no modelo, foi utilizada a combinação de informações da Prefeitura, do IBGE e da SEADE e dados colhidos em campo, já que a pequena dimensão da cidade favorece a verificação in loco. A tabela seguinte resume as características predominantes na cidade, o bairro Santa Paula é o que mais se destaca, em quase todos os parâmetros.

Sistema	Parâmetro	Descrição básica para São Caetano do Sul
1	IEX	Não determinado / Neste caso é difícil considerar diferenças entre bairros
	IDH	Estimado / Neste caso é difícil considerar diferenças entre bairros
	AAA	Constante em todos os bairros (100%)
	ACE	Constante em todos os bairros (100%)
	AIP	Constante em todos os bairros (100%)
2	US res	Distribuído ao longo da cidade com menor ênfase em bairros historicamente de cunho industrial (Fundação e Prosperidade) e no Centro (de predominância comercial e serviços)
	US com	Predominante no centro e nos bairros Nova Gerti, Barcelona e Boa Vista e em segundo plano, Santa Paula, anexo ao centro e Olímpico
	US serv	Concentrado no Centro e no bairro Santa Paula
	US ind	Em termos de “número de quarteirões” ênfase absoluta aos bairros Fundação e Prosperidade
	Z	Maior amplitude de permissão nos bairros Fundação, Prosperidade e Cerâmica, maior restrição no Jardim São Caetano, Mauá e Olímpico, eminentemente residencial horizontal
	DU	Certo equilíbrio com exceção de bairros como Jardim São Caetano, Prosperidade, Mauá e Boa Vista (coincidentemente, as mais horizontais e sem uso misto)
	TU	Constante em todos os bairros (100%)
LI res	LI res	No período atual, marcante apenas nos bairros Santa Paula, Fundação e São Caetano (com a construção de mini condomínios horizontais)
	LI serv	Destaque apenas para o Centro
3	DD	Espantosamente não está concentrada nos bairros verticais, parece estar associada aos bairros de menor renda com várias casas no mesmo lote como nos bairros Nova Gerti, Boa Vista, Cerâmica e Oswaldo Cruz
	RF	Maior no Jardim São Caetano e menor na Prosperidade, Fundação, Cerâmica, São José e Boa Vista
	E res	Como para a densidade demográfica, áreas horizontais concentram o maior número de domicílios, como os bairros Santo Antônio e São José
	E com	Parâmetro concentrado nos bairros Centro e Santa Paula
	E serv	Parâmetro concentrado no Centro
4	E ind	Parâmetro distribuído, com pico de concentração nos bairros Fundação e Prosperidade
	D	Alguns bairros levam vantagem por estar próximo a rede de alta pressão (Fundação, Prosperidade, Centro, Santa Paula e Barcelona)
	E	Maiores extensões nos bairros Santa Paula e Santa Maria e o menor, o Jardim São Caetano
	T	Como o perímetro da cidade é pequeno, todos os bairros têm a mesma importância com vias de ligação. Apenas o Jardim São Caetano não apresenta relevância por ser quase um bairro onde transitam apenas os moradores
	DC res	Na densidade construída entra a questão da verticalização já concretizada e os bairros em destaque são o Santa Paula e o Barcelona e o menor, o Jardim São Caetano
	DC com	Predominância no Centro e nos bairros Santa Paula, Barcelona e Oswaldo Cruz
	DC serv	Valores semelhantes a DCcom excluindo a ênfase ao bairro Oswaldo Cruz
DC ind	Embora os estabelecimentos sejam distribuídos no município, a concentração está nos bairros Centro, Fundação, Prosperidade	

Tabela 3.11. Resumo das características dos parâmetros⁷⁷. Elaboração: MASSARA, 2007.

⁷⁷ Planilhas com os dados inseridos no modelo estão no Anexo.

3.7. A Dinâmica Urbana da Cidade de São Paulo

A cidade de São Paulo tem uma extensão territorial aproximadamente cem vezes maior do que São Caetano do Sul. São exatamente 1500 km². Mesmo com o aumento da disponibilidade de informações desde 2004 até via internet, a complexidade da cidade exigiu que a unidade de trabalho fosse um pouco maior e assim os bairros anteriormente utilizados em São Caetano foram substituídos pelos distritos. Os dados foram retirados da combinação de informações da SEMPLA, IBGE, SEADE, FIESP e CIESP.

Não há dúvida de que o setor de serviços é o mais importante da Capital apesar de ainda não expressar a participação em cidades de países desenvolvidos, onde respondem por dois terços da atividade econômica (SEADE, 2006).

Segundo os relatórios da SEMPLA (2006), sobre a Dinâmica Urbana do Município⁷⁸, os estabelecimentos da indústria apresentam fortíssima concentração na área central da cidade, principalmente devido à presença de grande número de estabelecimentos industriais do ramo têxtil no Brás. Outro aspecto de destaque é a maior densidade de estabelecimentos ao longo dos grandes eixos viários do município, especialmente nas chamadas diagonais norte e sul, as marginais. Já a distribuição dos estabelecimentos de comércio é a mais difusa. Isso se explica pela relação entre a presença desse setor e a concentração populacional. O centro mais uma vez apresenta o maior número de estabelecimentos da cidade. Na zona leste, a presença dos estabelecimentos também é forte sendo intensa imediatamente ao lado da área central e pontual nos seus extremos, com destaques para partes dos distritos de São Miguel, Itaim Paulista, Itaquera e São Mateus.

Quanto ao uso prestação de serviços, fora do centro expandido e suas adjacências, há baixa densidade. Vale ressaltar que é bastante complexo diferenciar serviços de comércio (abordagem do item 3.3). Considerando uma gama extremamente heterogênea de atividades, tanto no que se refere às funções econômicas realizadas quanto ao porte das empresas. A respeito da densidade construída em especial no uso industrial, houve diminuição em bairros do sudoeste da cidade (eixo da Marginal Pinheiros, entre o Itaim Bibi e Lapa, Vila Olímpia, Moema e Vila Mariana), onde antigos galpões industriais foram reaproveitados para outros usos ou substituídos por prédios residenciais ou de prestação de serviços. Essa redução da área construída industrial reflete o processo de valorização imobiliária que torna mais rentável a sofisticação de usos do solo. Por outro lado, fora do centro expandido, principalmente nas áreas periféricas em processo de urbanização de zonas ainda rurais, presentes no norte, sul e

⁷⁸ Esse material concentra uma vasta gama de informações urbanas. Disponível em <http://www.prodiam.sp.gov.br>.

leste há dificuldade na coleta de informações. Segundo a SEMPLA (2006) no mesmo relatório, o TCPL tem cobertura parcial em distritos das regiões extremas que são aqueles distritos que apresentam os maiores déficits em vários fatores da dinâmica urbana. Como fica claro, o centro expandido concentra mais renda, maior sofisticação de usos do solo e inclusive, uma rede canalizada de gás natural já consolidada. Essa questão motivou que no estudo proposto, 28 distritos já totalmente servidos fossem excluídos da análise da atração à implantação desse serviço.



Figura 3.15. Vila Olímpia (Itaim Bibi⁷⁹). Foto: Mundo Imagem, 2006.

Os outros 68 distritos também foram subdivididos conforme a situação da rede gerando 3 agrupamentos distintos e que se destacaram na coleta de informações.



A foto ao lado, caracteriza o grupo de 28 distritos que já estão servidos por rede de gás natural. O centro expandido corresponde aproximadamente a esse perímetro. Esse grupo não entra no cálculo da influência global dos parâmetros na atração a implantação da rede (Capítulo 4) e no Capítulo 5, é representado pelo Morumbi, em um estudo sobre potencial de adensamento da rede já instalada.

O primeiro grupo de expansão da rede, conta com 16 distritos que tem parte de seu território já coberto pela rede de gás natural (aproximadamente 30% de sua área). São em sua maioria distritos que mesclam usos residenciais horizontais e verticais, com galpões industriais, sendo substituídos por comércio e serviços sofisticados. Concentram lançamentos imobiliários e chances de desenvolvimento urbano, como no caso do Tatuapé.

Figura 3.16. Ipiranga⁸⁰ -Indústria versus verticalização. Foto: SEMPLA apud FATIGATI, 2006.

⁷⁹ Distritos totalmente já servidos: Alto de Pinheiros, Barra Funda, Bela Vista, Bom Retiro, Belém, Brás, Butantã, Cambuci, Campo Belo, Consolação, Itaim Bibi, Jaguaré, Jardim Paulista, Lapa, Liberdade, Moema, Mooca, Morumbi, Pari, Perdizes, Pinheiros, República, Santa Cecília, Santo Amaro, Saúde, Sé, Vila Leopoldina e Vila Mariana.

⁸⁰ Grupo 1: Cachoeirinha, Casa Verde, Cursino, Ipiranga, Jabaquara, Jaguará, Mandaqui, Raposo Tavares, Rio Pequeno, Santana, Sacomã, Tatuapé, Tucuruvi, Vila Andrade, Vila Medeiros e Vila Sônia.

O segundo grupo de expansão concentra 24 distritos que possuem a rede em até 15% do seu território e que são representados por menor concentração residencial verticalizada, comércio e indústrias mais disperso e menor prestação de serviço. É um grupo intermediário entre as boas perspectivas de expansão do primeiro grupo e a ausência quase total do terceiro grupo.



Figura 3.17. Campo Grande⁸¹. Foto: SEMPLA apud FATIGATI, 2006.

O terceiro grupo é formado por 28 distritos que não possuem rede de GN. São em sua maioria, distritos basicamente residenciais, caracterizados por casas muito simples ou por conjuntos habitacionais. Com o advento de conjuntos do CDHU com instalações prediais para gás, talvez venha a se tornar atraente a implantação da rede, porém concentra áreas com baixos IDH e IEX, problemas com coleta de esgotos e iluminação e baixa renda.



Figura 3.18. CDHU, Cidade Tiradentes.

Fonte: SEMPLA apud Mantovani, 2006.



Figura 3.19. Brasilândia.⁸²

As 3 tabelas seguintes resumem o perfil de cada agrupamento segundo a coleta de informações para os parâmetros. Em primeira análise, parece haver coincidência entre as características básicas dos distritos em cada agrupamento o que antes dos testes do Capítulo 5 já confirma mesmo que “subjetivamente” a validade dos conceitos selecionados para a modelagem sugerida neste trabalho.

⁸¹ Grupo 2: Água Rasa, Campo Grande, Campo Limpo, Cangaíba, Capão Redondo, Cidade Dutra, Ermelino Matarazzo, Freguesia do Ó, Itaquera, Jaçanã, Limão, Parque do Carmo, Pedreira, Penha, Pirituba, São Domingos, São Lucas, São Miguel, Vila Formosa, Vila Guilherme, Vila Jacuí, Vila Maria, Vila Matilde e Vila Prudente.

⁸² Grupo 3: Ananguera, Aricanduva, Artur Alvim, Brasilândia, Carrão, Cidade Ademar, Cidade Líder, Cidade Tiradentes, Grajaú, Guaianazes, Iguatemi, Itaim Paulista, Jaraguá, Jardim Ângela, Jardim Helena, Jardim São Luís, José Bonifácio, Lajeado, Marsilac, Parelheiros, Perus, Ponte Rasa, São Mateus, São Rafael, Sapopemba, Socorro, Tremembé, Vila Curuçá.

Sistema	Parâmetro	Descrição básica para o Primeiro Grupo de Distritos ⁸³
1	IEX	O pior índice se encontra no distrito de Cachoeirinha, os melhores em Santana e Tatuapé. Os outros distritos estão em situação intermediária.
	IDH	Há vários distritos na pior situação, entre eles Vila Medeiros, Sacomã, Jaguará, Cachoeirinha e Casa Verde. O melhor índice está no distrito Cursino.
	AAA	Índices altos para todos os distritos. O 100% só não ocorre para Cachoeirinha, Jabaquara, Vila Sônia, Raposo Tavares e Sacomã.
	ACE	Índices altos para todos os distritos. O 100% só não ocorre para Cachoeirinha, Jabaquara, Rio Pequeno, Sacomã e Vila Andrade.
	AIP ⁸⁴	Índices altos para todos os distritos. O 100% só não ocorre para Cachoeirinha, Jabaquara, Vila Sônia, Jaguará e Sacomã.
2	US res	Maior % em Cachoeirinha menores em Casa Verde, Ipiranga, Raposo Tavares e Santana, (os maiores usos misto).
	US com	Maior % na Casa Verde e Raposo Tavares e menor no Sacomã.
	US serv	Maior % no Tatuapé, Casa Verde e Raposo Tavares. Menor em Cachoeirinha, Jaguará, Mandaqui, Rio Pequeno e Sacomã.
	US ind	Todos apresentam % baixas. AS maiores estão no Ipiranga e Jaguará.
	Z	Máxima restrição Mandaqui. Mínima restrição no Ipiranga, Cursino, Jaguará e Sacomã.
	DU ⁸⁵	Menor no Mandaqui, Tatuapé, Santana,
	TU	Todos os distritos são 100% área urbana.
3	LI res	Ênfase no Tatuapé e Jabaquara, Ipiranga e Santana. Mínima nos outros distritos.
	LI serv	Ênfase Tatuapé, Santana e Vila Andrade. Menor Jabaquara. Mínima nos outros distritos.
	DD	Maior no Jabaquara e Vila Medeiros. Menor no Jaguará, Cursino e Raposo Tavares.
	RF	Maior no Jaguará, Raposo Tavares e Rio Pequeno e Vila Sônia. Distribuída no restante.
	E res	Ênfase em Jabaquara. Menor no Jaguará. Distribuída no restante.
	E com	Ênfase no Ipiranga, Santana e Tatuapé. Pequena nos demais distritos.
	E serv	Ênfase em Santana e Tatuapé. Pequena dos demais distritos.
4	E ind	Ênfase no Ipiranga. Pequena nos demais distritos.
	D	Mais atrativo nos distritos mais próximos (ou inseridos) no centro expandido: Ipiranga, Cursino, Jabaquara, Santa e Tatuapé.
	E	O menor distrito em extensão (Jaguará) é o mais atrativo. O maior é o Sacomã.
	T	Cachoeirinha é o mais atrativo, pois tem o menor número de vias de ligação. Ipiranga, Jabaquara, Santana, Sacomã e Tatuapé, os menos, já que fazem ligação com o centro de São Paulo e até com outro município (como São Caetano)
	DC res	Bem distribuída. Ínfima apenas nos distritos de Cachoeirinha, Jaguará e Raposo Tavares.
	DC com	Ênfase na Casa verde, Ipiranga, Vila Medeiros, Jabaquara e Santana. Pequena nos demais
	DC serv	Ênfase no Ipiranga, Casa Verde, Jabaquara, Vila Medeiros e Santana. Pequena nos demais
DC ind	Ênfase no Ipiranga e Jaguará. Menor no Tatuapé e Sacomã. Ínfima nos demais.	

Tabela 3.12. Resumo das características dos parâmetros. Elaboração: MASSARA, 2007.

⁸³ A descrição refere-se apenas a análise global dos distritos que foram agrupados segundo a condição da rede de gás natural e segundo a escala de atratividade a expansão ou implantação dessa rede e pode não traduzir o perfil da cidade quando comparados sem a divisão em grupos e com outros enfoques.

⁸⁴ Representa cobertura por postes. Isso não significa que não haja problemas com lâmpadas e iluminação.

⁸⁵ Lembrar que na escala para a rede de gás, índices medianos de desenvolvimento urbano, estão nos bairros já consolidados (Tatuapé e Santana) os piores, naqueles com pequenas chances de desenvolvimento a médio prazo (Mandaqui).

Sistema	Parâmetro	Descrição básica para o Segundo Grupo ⁸⁶
1	IEX	É bem variável, pior no Capão Redondo e Pedreira e melhor nos distritos de água Rasa, Campo Grande, Vila Formosa e Vila Guilherme.
	IDH	É bem concentrado de médio a ruim. Campo Grande apresenta o melhor índice.
	AAA	100% (ou quase) de atendimento em todos os distritos.
	ACE	Semelhante a água apenas com decréscimo em Capão Redondo.
	AIP ⁸⁷	Maior variação de condição. Melhor na Penha e Vila Prudente. Pior em Pirituba.
	US res	Grande % em Cangaíba, Campo Limpo, Capão Redondo, Jaçanã, Pedreira, Freguesia do Ó, Pirituba, São Miguel Vila Formosa e Vila Jacuí e a menor na Vila Maria e Campo Grande.
	US com	Destaque para Vila Maria, Vila Guilherme, Penha e Campo Grande.
2	US serv	Destaque para Penha e Vila Guilherme.
	US ind	Destaque para Campo Grande, Cidade Dutra, Limão e Ermelino Matarazzo. No restante % de quadras de médio a pequena.
	Z	Bem variável. Maior permissão: Vila Maria. Maior limitação: Cidade Dutra
	DU ⁸⁸	A maioria dos distritos apresenta grandes possibilidades. A exceção é Pirituba, Pedreira, Parque do Carmo, Vila Jacuí, Freguesia e Penha (esta por já estar com a urbanização mais consolidada que os demais distritos).
	TU	100% em quase todos os distritos. Menor % em Pirituba, São Domingos e Jaçanã.
	LI res	Parâmetro de pouco destaque. Melhor: Vila Prudente, Itaquera, Penha e Vila Maria.
	LI serv	Parâmetro de pouco destaque. Melhor: Penha.
3	DD	Bem variável. Maior no Capão Redondo, Vila Jacuí, Itaquera e Campo Limpo. Menor em Campo Grande, Cidade Dutra, Parque do Carmo e Vila Guilherme.
	RF	Baixa de forma geral. Mais alta: Campo Grande.
	E res	Destaque para Capão Redondo, Cidade Dutra, Itaquera e Campo Limpo.
	E com	Pequena. Ênfase na Vila Prudente, Penha, Itaquera, São Miguel e Freguesia do Ó.
	E serv	Pequena mas mais distribuída do que o comércio. Maior na Penha, menor no Jaçanã.
	E ind	Pequena em todos os distritos. Exceção em Vila Maria.
	D	Bem variável, predominando a proximidade às regiões já servidas. Pior caso: Vila Jacuí.
4	E	Melhor (menor distrito): Cangaíba, Capão Redondo e Parque do Carmo. Pior caso (maior extensão): Jaçanã e Penha).
	T	Pior situação (>T): Vila Prudente, Penha, Vila Guilherme, Freguesia. Melhor Situação (<T): Vila Jacuí.
	DC res	Maior: Vila Formosa e Água Rasa. Menor: Pedreira, Parque do Carmo, Cidade Dutra.
	DC com	Maior: Vila Maria, Vila Guilherme, Vila Formosa e Água Rasa. Menor: Cangaíba, Cidade Dutra e Parque do Carmo.
	DC serv	Pode-se afirmar que coincide com a densidade comercial.
	DC ind	Maior concentração em Campo Grande, Vila Maria, Limão e Água Rasa. Nos outros distritos pequena incidência.

Tabela 3.13. Resumo das características dos parâmetros. Elaboração: MASSARA, 2007.

⁸⁶ Idem nota 83.

⁸⁷ Idem nota 84.

⁸⁸ Idem nota 85.

Sistema	Parâmetro	Descrição básica para o Terceiro Grupo ⁸⁹
1	IEX	Concentrado em valores próximos a pior situação. Exceção para Aricanduva e Socorro.
	IDH	Mais variável entre os distritos do que o IEX, embora a concentração próxima a pior situação também prevaleça. Exceção para Aricanduva, Artur Alvim e Socorro.
	AAA	Condição variável entre pior e melhor, com ênfase para a primeira situação. Melhor condição nos distritos: Ponte Rasa, Carrão, Aricanduva e Artur Alvim.
	ACE	Maior variação entre distritos ocupando as extremidades de condição. Destaque para melhor condição: Ponte Rasa, Carrão, Artur Alvim e Aricanduva. Pior condição: Grajaú, Jardim Angela, Marsilac, José Bonifácio e Socorro.
	AIP ⁹⁰	Condição distribuída entre pior e melhor, com ênfase para a segunda situação. Pior condição nos distritos: Parelheiros, Marsilac e Anhanguera.
2	US res	Concentração em alta % de predominância. Exceção: Parelheiros, Anhanguera e Socorro. Os dois primeiros por excesso de terrenos vagos.
	US com	Concentração em baixa % de predominância. Exceção: Itaim Paulista, Jaraguá, São Mateus e Artur Alvim.
	US serv	Uso pouco difundido. Maior % no distrito do Jaraguá.
	US ind	Uso pouco difundido. Maior % nos distritos de Parelheiros, Socorro e Anhanguera.
	Z	Maiores restrições. Nenhum distrito na faixa de maior atratividade à rede de GN. Na segunda melhor faixa de atração São Mateus, Ponte Rasa, Carrão e Aricanduva. Na pior condição: Tremembé, Parelheiros, Marsilac, Iguatemi, Grajaú e Anhanguera.
	DU ⁹¹	A grande maioria em urbanização em consolidação, que é a melhor situação para o GN. Exceção: Marsilac e Parelheiros, Anhanguera, Perus e Grajaú (área de proteção) e Lajeado, Brasilândia, José Bonifácio, pela baixa projeção de perspectivas.
	TU	Grande variação. Menor % urbana: Parelheiros, Marsilac, Cidade Tiradentes.
	LI res	Quase inexistente e marcado por obras do CDHU. Destaque apenas para Aricanduva.
	LI serv	Quase inexistente. Destaque em Aricanduva e com menor ênfase: Socorro e Ponte Rasa.
	3	DD
RF		No geral, renda muito baixa. Melhor: Carrão, Tremembé, Artur Alvim e Aricanduva.
E res		Variável. Maior: Cidade Tiradentes e Sapopemba. Menor: Socorro, Perus, Marsilac, Anhanguera.
E com		Pouco difundido. Maior em Sapopemba e Carrão.
E serv		Quase inexistente. Maior no Jardim São Luís, Carrão, Artur Alvim, São Mateus e Sapopemba.
E ind		Uso pouco difundido. Maior em Socorro e com menor ênfase no Jd. São Luís, Carrão, Cidade Ademar e Aricanduva.
D		São bem variadas. Desde distritos muito próximos à área já servida até outros na extrema periferia.
4	E	A maioria corresponde a distritos pequenos, atrativos a expansão da rede.
	T	Distritos na extrema periferia são mais atraentes e são predominantes nesse grupo.
	DC res	Bem variável: prédios, conjuntos habitacionais e em contraponto, muitos terrenos vagos.
	DC com	Pequena. Destaque em Sapopemba, Ponte Rasa, Cidade Líder, Carrão, Cidade Ademar.
	DC serv	Ínfimo. Destaque para os mesmo distritos do caso comercial.
	DC ind	Quase inexistente. Destaque para Aricanduva, Carrão e Socorro.

Tabela 3.14. Resumo das características dos parâmetros. Elaboração: MASSARA, 2007.

⁸⁹ Ibidem 83.

⁹⁰ Ibidem 84.

⁹¹ Ibidem 85.

3.9. A Dinâmica Urbana da Região Administrativa de Araçatuba

Para esta análise, foi utilizada a Região Administrativa de Araçatuba que é composta por 43 cidades. Desse total, foram selecionados oito municípios com mais de 20.000 habitantes e com características turísticas e de investimentos que podem ter impacto ambiental, sustentando a premissa de exigência da existência de Plano Diretor, pela Constituição Federal de 1988 e também pelo Estatuto das cidades de 2001 e sua atualização até outubro de 2006, o que facilita a coleta de informações⁹².

As 8 cidades juntas totalizam mais de 6800 km². Estão localizadas próximo ao trajeto do Gasbol e com perspectivas de crescimento econômico que podem vir a incrementar o uso de gás natural no noroeste do Estado de São Paulo. A característica econômica dessas cidades varia entre a vocação turística, industrial, agropecuária e em especial na produção de energia. Por esse último fator que se decidiu introduzir a região neste estudo, mesmo com seu diferencial agropecuário que escapa ao conceito de "Dinâmica Urbana". Para essa área vários projetos estão sendo elaborados dentro da definição de "PIR".

UDAETA (1997) define o PIR⁹³ como "um planejamento voltado para estabelecer a melhor alocação de recursos, que implica em: procurar o uso racional dos serviços de energia; considerar a conservação de energia como recurso energético; utilizar o enfoque dos "usos finais" para determinar o potencial de conservação e os custos e benefícios envolvidos na sua implementação; promover o planejamento com maior eficiência energética e adequação ambiental; e realizar a análise de incertezas associadas com os diferentes fatores externos e as opções de recursos. O PIR diferencia-se do planejamento tradicional na classe e na abrangência dos recursos considerados, na inclusão no processo de planejamento dos proprietários e usuários dos recursos, nos organismos envolvidos no plano de recursos e nos critérios de seleção dos recursos."

Baseado nesse projeto, este trabalho pretende contribuir com o estudo energético da região no caso específico do gás natural, indicando nas 8 cidades com o maior número de habitantes, qual a atratividade ao uso do gás canalizado e qual a influência dos parâmetros fundamentados na dinâmica das cidades para essa tomada de decisão.

Araçatuba, a mais desenvolvida de todas as cidades da região, tem na pecuária um dos destaques da economia da região, concentrando o maior número de pecuaristas do Brasil. A agricultura também tem importância, especialmente na produção de tomate rasteiro, na fruticultura representada pela produção de abacaxi, goiaba e acerola, (UDAETA *et al*, 2004). É

⁹² Planos já aprovados em maio de 2007: Aracatuba, Andradina, Penápolis, Pereira Barreto. Em aprovação: Ilha Solteira. Sem inforação: Birigui, Guararapes e Mirandópolis. A feita de atualização do P.D. causa dificuldade na quantificação exata das porcentagens de quadras por tipo de uso do solo em cada município. O Parâmetro "densidade construída" (visando mostrar concentração e vertikalização das cidades) que faz parte do modelo completo, foi excluído deste estudo dada a não atualização do Cadastro Territorial e Predial dos municípios.

⁹³ Ibidem nota 25.

também de Araçatuba que sai boa parte do milho, arroz, soja, feijão e tomate que abastecem várias regiões do Estado.

A cidade abriga importantes indústrias alimentícias, metalúrgicas, curtumes e de aparelhos de precisão além da Concessionária Gás Brasileiro. No âmbito rural se destaca pela produção de açúcar, álcool anidro e hidratado por 2 usinas localizadas em seu território, que devem aumentar para 12, nos próximos 5 anos. No âmbito comercial, a cidade recebe consumidores de várias cidades da região, principalmente de Guararapes, Birigüi e Penápolis. Também a hidrovía Tietê/Paraná é um dos aspectos favoráveis de Araçatuba pois, além de aproximá-la das relações comerciais com o Mercosul, é um fator de atração para investimentos no setor turístico e de transportes. Rota do Gasoduto Bolívia/Brasil, a cidade já oferece gás natural como fonte de energia para indústrias, empresas e frotas de veículos. Cercada por rodovias que dão acesso a quatro Estados brasileiros, Araçatuba (figura 3.20) possui aeroporto internacional e ferrovia privatizada que permite a ligação do porto de Santos à Bolívia e de lá, ao Oceano Pacífico, pelo Chile, (PMARAÇATUBA, 2007).



Figura 3.20. Vista Aérea de Araçatuba.
Fonte: Prefeitura de Araçatuba, 2007.



Figura 3.21. A Cidade de Birigüi.
Fonte: Prefeitura de Birigüi, 2007.

A cidade de Birigüi (figura 3.21), tem como atividade econômica predominante a industrial representada pela produção de calçados, metalurgia, móveis e confecção, sendo o maior pólo de produção de calçados infantis do Brasil. As fábricas de Birigüi ficam no meio da cidade, causando oscilações de energia em outros usos, além de ter uma forte característica sazonal de operação das fabricas e conseqüente variação do consumo de energia durante o ano (UDAETA *et al*, 2004).

A cidade de Ilha Solteira (figura 3.22), caracteriza-se pela pecuária extensiva e apenas em pequena parte pela cultura de cereais e algodão. Teve seu desenvolvimento impulsionado pela construção da Usina Hidrelétrica. Carente de apoio por parte de centros maiores, precisou desenvolver uma infra-estrutura mínima para a construção de alojamentos e vilas operárias. Até então, o povoado possuía uma rede urbana precária, ou quase inexistente, porque a ocupação da região foi marcada pela pecuária extensiva, pelos latifúndios, baixa densidade populacional e grande

distância dos centros mais significativos, (SEADE, 2006). Hoje as principais atividades econômicas do município são por ordem hierárquica, a energia elétrica, a pecuária e a agricultura. A tendência de desenvolvimento está voltada ainda para a Indústria e o Turismo (UDAETA *et al*, 2004).



Figura 3.22. Vista Aérea de Ilha Solteira.
Fonte: Prefeitura de Ilha Solteira, 2007.



Figura 3.23. O centro da cidade de Guararapes.
Fonte: Prefeitura de Guararapes, 2007.

Guararapes (figura 3.23), que já foi distrito de Aracatuba (SEADE, 2006), mescla uma característica industrial, e agropecuária. Possui indústrias de alimentos ligadas ao setor pecuário que é bastante difundido em seu território e com a instalação de uma usina de produção de álcool carburante, uma expansão da cultura de cana de açúcar (PMGUARARAPES, 2007). O comércio é pouco difundido na região.

A cidade de Andradina (figura 3.24), também conhecida como a terra do rei do Gado, tem como atividade dominante a pecuária. Andradina conta com terminal na Hidrovia Tietê-Paraná, que possibilita a interligação com outras regiões do Estado, o sul de Minas Gerais e o Paraná Assim com o Terminal Hidroviário, o Terminal Ferroviário da Noroeste e o Aeroporto Municipal oferecem acesso alternativo ao município e região (PM ANDRADINA, 2007).



Figura 3.24 Vista Aérea de Andradina.
Fonte: Prefeitura de Andradina, 2007.



Figura 3.25. A cidade de Mirandópolis.
Fonte: Prefeitura de Mirandópolis, 2007

Mirandópolis (município com menor disponibilidade de informação) que já foi distrito de Valparaíso, sofreu grande influência da colônia japonesa (PMMIRANDÓPOLIS, 2007). Hoje concentra sua atividade em agricultura, com ínfima participação industrial. O comércio e a prestação de serviços também é pouco difundido na cidade (figura 3.25).

Pereira Barreto (figura 3.26), que já foi distrito de Penápolis, é uma Estância Turística conhecida por ser o segundo maior canal artificial do Mundo. Sua principal atividade é a agropecuária com destaque para a criação de gado de corte. Na agricultura, destacam-se na produção de milho, laranja e melão. Em virtude da construção da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos e do Canal de Pereira Barreto, formou-se ao redor da cidade de Pereira Barreto um enorme lago de água doce. A cidade, então, transformou-se numa ilha, o que provocou uma enorme mudança em sua economia e paisagem. O turismo e a pesca esportiva passaram, a partir de então, a integrar o rol das atividades económicas do Município e com isso o investimento em restaurantes e pousadas, (PMPEREIRA BARRETO, 2007).



Figura 3.26. Vista Aérea de Pereira Barreto.

Fonte: Prefeitura de Pereira Barreto, 2007.



Figura 3.27. Vista Aérea de Penápolis.

Fonte: Prefeitura de Penápolis, 2007.

Penápolis (figura 3.27), que já foi distrito de Bauru, tem como produção agrícola alta concentração da cultura de cana-de-açúcar. As demais culturas estão distribuídas entre milho, tomate, arroz, soja e algodão. Na lavoura permanente, destacam-se banana, borracha, café e coco-da-baía. A pecuária também tem grande importância no município. A produção industrial está diversificada entre açúcar e álcool, calçados, couros, laticínios, embalagens, implementos agrícolas e irrigação, predominado empresas familiares. O comércio, embora diversificado, não é criativo e pouco se utiliza dos instrumentos de marketing disponíveis, à exceção de algumas lojas com vitrines mais "produzidas". O setor de serviços tem se ampliado consideravelmente, com escolas de informática e idiomas (PM PENÁPOLIS, 2007).

Todos os municípios, com exceção de Araçatuba, tem predominância residencial horizontal, pequeno comércio e serviços. Também não possuem rede canalizada de gás natural⁹⁴, mesmo Araçatuba com rede pontual em certa porção do território, foi considerada neste estudo como caso de expansão e não separada das demais cidades.

Vale ressaltar que a maioria dos 8 municípios já possui atualização para parâmetros como iluminação pública, lançamentos imobiliários e densidades construída por uso do solo, mas como essas informações não são comuns em todas as cidades da seleção foram excluídas

⁹⁴ A concessionária não forneceu o mapa da rede de distribuição da região.

do modelo. Pelo mesmo motivo, também o IEX não foi considerado. Na tabela a seguir é elaborado um resumo sobre os parâmetros coletados junto às prefeituras, ao IBGE e SEADE.

Sistema	Parâmetro	Descrição básica para os 8 Municípios ⁹⁵
2	IDH	Pequena variação. Melhor: Ilha Solteira; pior: Pereira Barreto.
	AAA	Nenhum tem 100% (embora estejam próximos). Melhor condição: Ilha Solteira; pior: Andradina.
	ACE	Variação bastante grande. Melhor condição: Guararapes; pior: Andradina.
	US res	Predominância em Penápolis, seguido por Mirandópolis. Menor % em Andradina.
	US com	Destaque para Araçatuba. Menor %: Mirandópolis.
	US serv	Destaque para Ilha Solteira seguido por Pereira Barreto. Menor %: Mirandópolis.
	US ind	Pequena concentração em número de quarteirões. Destaque no município com maior número de distritos industriais: Araçatuba. Menor %: Ilha Solteira e Pereira Barreto.
	US agro	Embora esteja presente em toda a região o destaque é Andradina. A menor %: Mirandópolis.
	Z	Novamente considera-se como de maior expressão o município com maior número de distritos industriais: Araçatuba. Maior restrição: Ilha Solteira, Guararapes, Mirandópolis e Pereira Barreto.
	DU ⁹⁶	Todos os municípios são considerados promissores do ponto de vista da atividade econômica (não agropecuária) e da conseqüente expansão das infra-estruturas.
3	TU	A maioria tem predominância em área urbana. Os maiores índices rurais são Mirandópolis e Andradina. Porém acredita-se que a partir da atualização dos Planos Diretores de 2006 esse enfoque deva ser revisto e a taxa entre urbano-rural considere o uso agropecuário como predominantemente rural.
	DD	Em relação a região metropolitana de São Paula, todas as cidades têm pequena concentração populacional. A maior: birigui, a menor: Pereira Barreto.
	RF	Sem grande variação. Maior: Araçatuba. Menor: Mirandópolis e Pereira Barreto.
	E res	Pequeno número se considerado o vasto território. Maior: Araçatuba, menor: Ilha Solteira.
	E com	Idem. Maior: Araçatuba, menor: Mirandópolis.
	E serv	Idem. Destacadamente maior: Araçatuba, menor: Mirandópolis.
	E ind	Maior: Birigui (notar que o número de distritos industriais em Birigui é menor do que em Araçatuba e mesmo assim Birigui tem maior número de indústrias); menor: Mirandópolis.
4	D	Menores em Araçatuba (já servido), Birigui e Guararapes. Maior: Ilha Solteira.
	E	Maior: Araçatuba; menor: Pereira Barreto.
	T	A maioria das cidades tem altos índices, pois funcionam como importante ligação intermunicipal e às vezes interestadual. Porém dado o menor território a maior incidência está em Birigui e Penápolis e a menor em Guararapes e Pereira Barreto.

Tabela 3. 15. Resumo das características dos parâmetros. Elaboração: MASSARA, 2007.

Para essa região, os municípios foram estudados sem divisões em distritos ou bairros, para facilitar a coleta de informações, dada a imensa extensão territorial das cidades selecionadas e como forma de teste de diferentes unidades de estudo e seu reflexo nas respostas fornecidas pelos Capítulos 4 e 5.

⁹⁵ Ibidem 83.

⁹⁶ Ibidem 85.

CAPÍTULO 4. DETERMINAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS NA IMPLANTAÇÃO E EXPANSÃO DA REDE DE GÁS NATURAL

Conforme abordado na metodologia (Capítulo 2), o passo seguinte ao levantamento dos parâmetros e áreas de estudo, consiste na definição do “grau de influência”, ou seja, quanto cada um dos parâmetros (fatores) apresentados no Capítulo 3, contribue no escopo da tese, para a determinação de locais passíveis de receber a rede canalizada de gás natural e também na verificação da coerência interna que deve haver entre os parâmetros para que possam efetivamente compor a modelagem proposta no Capítulo 5.

Com essa finalidade, partindo do método de análise hierárquica (AHP), foi utilizado o Programa Decision Lens⁹⁷ desenvolvido por Thomas Saaty.

4.1. A priorização dos Parâmetros Sob o Método de Análise Hierárquica

Este método permite que, quando existem diferentes fatores que contribuem para a tomada de uma decisão, seja determinada a contribuição relativa de cada um, oferecendo todas as características de um sistema, englobando os elementos de forma que uma alteração em um deles, tenha reflexo em todos os outros.

Com esse intuito, Saaty criou no final da década de 70, uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação par a par, conforme mostra a tabela 4.1:

Intensidade de Importância	Adaptação ao estudo do gás natural
1	Baixa atratividade à implantação da rede
3	Baixa a média atratividade à implantação da rede
5	Média atratividade à implantação da rede
7	Média a alta atratividade à implantação da rede
9	Alta atratividade à implantação da rede

Tabela 4.1. Escala de Valores AHP para comparação pareada adaptada à análise do gás natural.

Nota: vide citação da escala e da criação dos 5 intervalos de valores às páginas 65, Cap.2; 73, Cap.3 e 152, Cap.5.

⁹⁷ Ibidem 25.

Neste procedimento, os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados par a par e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme a escala pré-definida na tabela abaixo, adaptada ao caso particular do gás natural.

O método desenvolvido por SAATY (1980), pode ser utilizado com respaldo na experiência de um grupo de “votantes” que por seu conhecimento no assunto abordado fazem a comparação par a par atribuindo os pesos por sensibilidade de importância de um fator em relação ao outro.

Também pode ser utilizada a associação de valores numéricos à escala de importância, distribuídos segundo sua grandeza conforme aborda UDAETA *et al* (2007), no método ACC (Avaliação de Custos Completos), que é a base da composição de informações utilizada neste trabalho.

Para a distribuição dos valores nas 5 faixas principais da escala, determinou-se para cada parâmetro, 5 intervalos correspondentes aos pesos, segundo as expressões (7) e (8)⁹⁸:

$$X = \frac{(\text{Maior valor} - \text{menor valor})}{5} \tag{7}$$

A seguir, calcular:

			Faixas
(X1)	=	X + Menor Valor	Menor valor a X1
(X2)	=	X1 + X	X1 a X2
(X3)	=	X2 + X	X2 a X3
(X4)	=	X3 + X	X3 a X4
(X5)	=	X4 + X	X4 a X5 (X5=maior valor)

(8)

Ressalta-se novamente (vide pg. 73 do Cap.3), que embora a atribuição da escala Saaty permita linearizar valores de diferentes grandezas e unidades ainda é necessário verificar se todos os parâmetros envolvidos na comparação podem ser tratados da mesma forma.

Por exemplo, sabemos que o parâmetro taxa de urbanização tem como limite máximo 100% mas o parâmetro estratificação domicílios que hoje apresenta um certo valor máximo, amanhã pode ter esse valor alterado para mais ou menos. Essa diferença entre os valores mínimos e máximos serem fixos ou não conforme o conceito de cada parâmetro, faz com que

⁹⁸ Este mesmo conceito foi utilizado no capítulo 5, quando é apresentado um protótipo de programa computacional para determinar áreas de expansão da rede de GN, também fundamentado no método AHP e na utilização da escala Saaty.

seja feita uma conversão de todas as unidades em porcentagem antes da criação dos 5 intervalos demonstrada anteriormente.

Utilizando os valores coletados no Capítulo 3 para os Municípios de São Caetano do Sul, São Paulo e oito municípios da Região Administrativa de Araçatuba e atribuídos os pesos para cada parâmetro, a matriz de dados⁹⁹ está pronta para ser inserida no Programa Decision Lens (DECISION LENS, 2006), que faz as combinações dos parâmetros par a par automaticamente.

4.2. O Programa Decision Lens e a Estrutura para Análise da Contribuição dos Parâmetros Urbanos na Implantação do Gás Natural

A utilização do método AHP está estruturada em três níveis de hierarquia, que podem ser desmembrados em outros subníveis conforme a necessidade do projeto. Dentro do programa, esta fase corresponde a etapa *build model*.

Para a inserção dos dados o primeiro estágio é a montagem do esquema hierárquico (*create a tree view*). No nível mais alto desse esquema está a definição do objetivo a alcançar (que pode ser mais do que um). No programa DL é chamado de *decision goal*. No nível imediatamente abaixo, são alocados os critérios definidos pelo usuário que darão respaldo à busca de soluções para chegar ao objetivo proposto. Esses critérios podem ser decompostos em vários subcritérios.

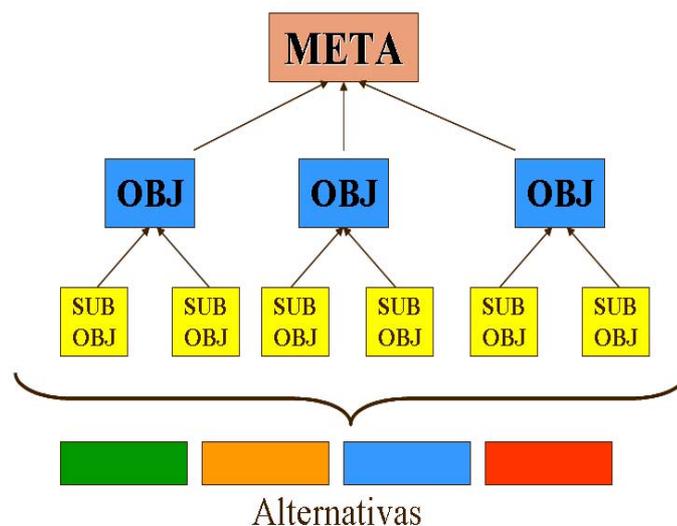


Figura 4.1. A estrutura AHP. Fonte: SAATY, 2006.

⁹⁹ As planilhas com a atribuição da escala 1 a 9 nas três regiões de estudo estão no Anexo deste trabalho.

A seguir, existe um terceiro nível, onde podem ser inseridas as alternativas a estudar no projeto (identify alternatives), concluindo a árvore de hierarquia. Este item foi utilizado neste trabalho com influência sempre igual a 1,0 (pois exige que sejam atribuídos pesos que destaquem critérios e sub-critérios).

Considera-se que ao fazer isso possa haver uma distorção que direcione a resposta de forma errônea, quando o objetivo é apenas apontar as possibilidades de expansão da rede, através de diferentes enfoques.

1,0	Decision Goal: Influência Simultanea dos Parâmetros na Expansão da Rede de GN
	Índice de Desenvolvimento Humano
	Índice de Exclusão Social
	Atendimento por Abastecimento de Água
	Atendimento por Coleta de Esgoto
	Atendimento por Iluminação Pública
	Uso do Solo Residencial
	Uso do Solo Comercial
	Uso do Solo Serviços
	Uso do Solo Industrial
	Uso do Solo Agropecuário
	Zoneamento
	Desenvolvimento Urbano
	Taxa de Urbanização
	Lançamentos Imobiliários Residenciais
	Lançamentos Imobiliários de Serviços
	Densidade Demográfica
	Renda Familiar
	Estratificação Residencial
	Estratificação Comercial
	Estratificação Serviços
	Estratificação Industrial
	Distância da última Área já Servida
	Extensão da(s) Via(s) à Servir
	Incidência de Vias de Grande Tráfego
	Densidade Construída Residencial
	Densidade Construída Comercial
	Densidade Construída Serviços
	Densidade Construída Industrial

Figura 4.2. A árvore de hierarquia gerada pelo Decision Lens. Exemplo: Parâmetros por Sistemas de Informação. Fonte: Adaptada do Programa Decision Lens, 2006.

A figura 4.2., exemplifica o esquema para o estudo geral da influência dos parâmetros, onde são definidos:

- Objetivo: Analisar a importância global dos parâmetros na implantação da rede de distribuição de gás natural;
- Critérios: Os quatro sistemas de informações definidos no Capítulo 3 – Qualidade de Vida, Planejamento Urbano, Projeção de consumo de GN e Sistema Canalizado;
- Sub-Critérios: os parâmetros (fatores) que compõem cada Sistema;
- Alternativas: Influência Global e em Combinações específicas.

Os quadrados em branco, ao lado dos critérios e subcritérios representam os itens que o programa irá calcular que devem somar o valor 1,0 na primeira linha, indicando o valor total da análise, correspondente a 100%. Desta forma são expressas as porcentagens de importância de cada parâmetro para os estudos de caso em análise.

Na fase seguinte são inseridos os participantes, que nesta utilização correspondem aos 15 bairros de São Caetano do Sul, 68 distritos¹⁰⁰ de São Paulo e 8 municípios da Região Administrativa de Araçatuba.

Feito isso a matriz de combinações está definida. A resolução dessa matriz (chamada matriz quadrática) resulta no auto-vetor de prioridades, o qual expressa as importâncias relativas de cada critério ou peso.

Para esse cálculo, a matriz é elevada ao quadrado, dividindo-se a soma de cada linha pela soma dos elementos da matriz, normalizando os resultados (Decision Lens, 2006). Como resultado obtêm-se um auto-vetor de prioridades para ordenação. A operação se repete até que a diferença entre o resultado normalizado da última operação seja muito próximo ao resultado da operação precedente.

A modelagem para comparações par a par é calculada na forma matricial (SAATY, 1991):

$$A = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{vmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{a) } a_{ij} = \alpha; \\ \text{b) } a_{ji} = 1/\alpha; \\ \text{c) } a_{ii} = 1 \end{array} \quad (9)$$

Sendo: a=comparação par a par entre critérios e alfa é o valor da intensidade (importância) do critério.

¹⁰⁰ Conforme explicação às páginas 111 e 112 (Capítulo 3), do total de 96 distritos foram excluídos 28, já servidos. Os 68 restantes, são divididos em 3 casos de análise, conforme a situação da rede de gás natural.

Com as importâncias relativas dos critérios calculadas faz-se o teste de integridade das atribuições, denominada índice de inconsistência, que deve ficar em torno de 10%.

Estas fases correspondem no programa, aos itens *compare criteria* e *evaluate alternative*.

A seguir são demonstrados os estudos de caso realizados através do uso do Decision Lens e adaptados em gráficos para estudo simultâneo das 3 áreas.

4.3. Determinação dos Graus de Influência

Foram elaborados 2 tipos de determinação dos graus de influência dos parâmetros envolvidos para cada uma das três regiões de estudo, considerando:

- Influência de todos os parâmetros simultaneamente;
- Influência em combinações específicas.

Ressalta-se que a influência é conjunta, ou seja, considera todas as células de estudo¹⁰¹ simultaneamente. Todos os bairros, distritos e municípios, foram utilizados para cálculo da influência, com exceção ao caso de São Paulo, onde existem distritos já servidos por gás desde o início do século XX e outros em diferentes etapas de implantação e expansão da rede.

Essa decisão se deve ao fato de enfatizar a complexidade da cidade visando entender como se comporta a distribuição de contribuição dos parâmetros em diferentes perfis sócio-econômicos distribuídos em uma grande extensão territorial, onde o serviço não existe ou não está totalmente difundido.

Caso fossem utilizados somente os distritos já servidos pela rede canalizada de gás natural, a conclusão estaria vinculada a áreas da cidade de perfis muito diferentes com grande verticalização, sofisticação de comércio e serviços e maior poder aquisitivo, enfatizando características residenciais em detrimento das ocupações minoritárias da região periférica a ser servida¹⁰².

Estudos de grupos particulares são feitos apenas para combinações específicas, selecionadas entre as várias combinações par a par possíveis, considerando 10 relações denominadas “contraditórias” que demandaram cálculo isolado da influência obtida como

¹⁰¹ Considera-se célula de estudo o bairro (para São Caetano do Sul), o distrito (para São Paulo) e o município (para a região de Araçatuba). A verificação individualizada de cada célula é feita no Capítulo 5 quando se propõe o Ranking de Atratividade à expansão da rede de GN através de um protótipo e da verificação de sua coerência com o programa Decision Lens.

¹⁰² No próximo capítulo serão separados os distritos em grupos de existência ou não da rede, de forma a indicar o ranking real de atratividade à implantação de gás natural somente em distritos ainda não servidos.

verificação do resultado de predominância de combinações simples com um único par de parâmetros.

Para o cálculo das porcentagens o programa faz em cada caso, várias combinações par a par.

A tabela 4.2., resume o número de combinações em cada estudo de caso, conforme o número de parâmetros considerado nas 3 regiões de estudo.

Caso	São Caetano	São Paulo	RA Araçatuba
Áreas de estudo	15	68 (16, 24 e 28)	8
Número de Parâmetros Envolvidos	26	27	20

Tabela 4.2. Resumo das informações para cálculo da influência.

Em São Caetano são utilizados 26 dos 28 parâmetros do modelo, excluindo o índice de exclusão social e o uso agropecuário.

Para cada um dos 3 casos de São Paulo, foram usados 27 parâmetros, excluindo apenas o uso agropecuário).

Para os 8 municípios da Região Administrativa de Araçatuba, considerou-se 20 parâmetros (incluindo o uso agropecuário e excluindo o índice de exclusão social, o atendimento por iluminação pública, o número de lançamentos imobiliários residenciais e de serviços e as densidades construídas residencial, comercial, serviços e industrial (conforme já explicado no Capítulo 3).

4.3.1. Influência de Todos os Parâmetros Simultaneamente

Considerando a influência de todas as células de estudo em conjunto, elaborou-se a árvore de critérios para todos os parâmetros sem ramificações, ou seja, sem a divisão em sistemas ou categorias de ocupação do solo. Os gráficos seguintes mostram a análise para as 3 regiões de estudo.

São Caetano do Sul

Para o município de São Caetano do Sul, as maiores contribuições à implantação da rede de gás natural são representadas pelos altos índices de atendimento por redes prioritárias (água, esgoto e iluminação pública) e também pela alta taxa de urbanização, o que traduz que esses quatro parâmetros não são empecilhos ao desenvolvimento da infra-estrutura de GN.

A linearidade de características entre os 15 bairros faz com que os outros parâmetros apresentem porcentagens de contribuição distribuídas de forma semelhante, partindo do alto IDH por bairros, das possibilidades de zoneamento ainda não aproveitadas principalmente em bairros como a Cerâmica e a Prosperidade bem como as características de desenvolvimento urbano e a pequena extensão das vias e em geral de todo o território do município, que contribuem com a introdução do serviço de gás natural, no sentido de minimizar o investimento na obra civil.

Destaca-se também as densidades construídas e estratificações (número de domicílios e estabelecimentos) em suas várias categorias, com predominância residencial, comercial e de prestação de serviços, ressaltando bairros como o Centro, a Barcelona, o Santo Antônio e o Santa Paula, e nas diferenças entre bairros residenciais horizontais e verticais, como Santa Paula (extremo de verticalização) e Cerâmica e São Caetano (extremo de domicílios predominantemente horizontais).

O número e porte das indústrias perde importância, pois embora o município tenha micro e pequenas unidades por todos os bairros quase que igualmente distribuídas, estas não constituem mais como no passado, o foco de desenvolvimento do município. O gráfico 4.1. define as porcentagens de contribuição de cada parâmetro.

Em seguida está a contribuição de parâmetros que indiretamente remetem ao custo de implantação dos dutos (distância à área já servida e incidência de vias com grande tráfego), evidenciando as diferenças entre bairros tão próximos à rede de alta pressão que circunda parte do município em contraponto a bairros bastante distantes da rede bem como a importância de alguns bairros como ligação com outros municípios em detrimento de outros com pequena quantidade de avenidas e vias de comunicação intermunicipal.

O uso do solo (em número de quadras) destaca a concentração residencial seguida da comercial. O número de lançamentos imobiliários tanto residenciais como de serviços, a concentração populacional e de renda varia ao longo do município e assim apresenta mediano grau de importância, com destaque para as oscilações de densidade demográfica.

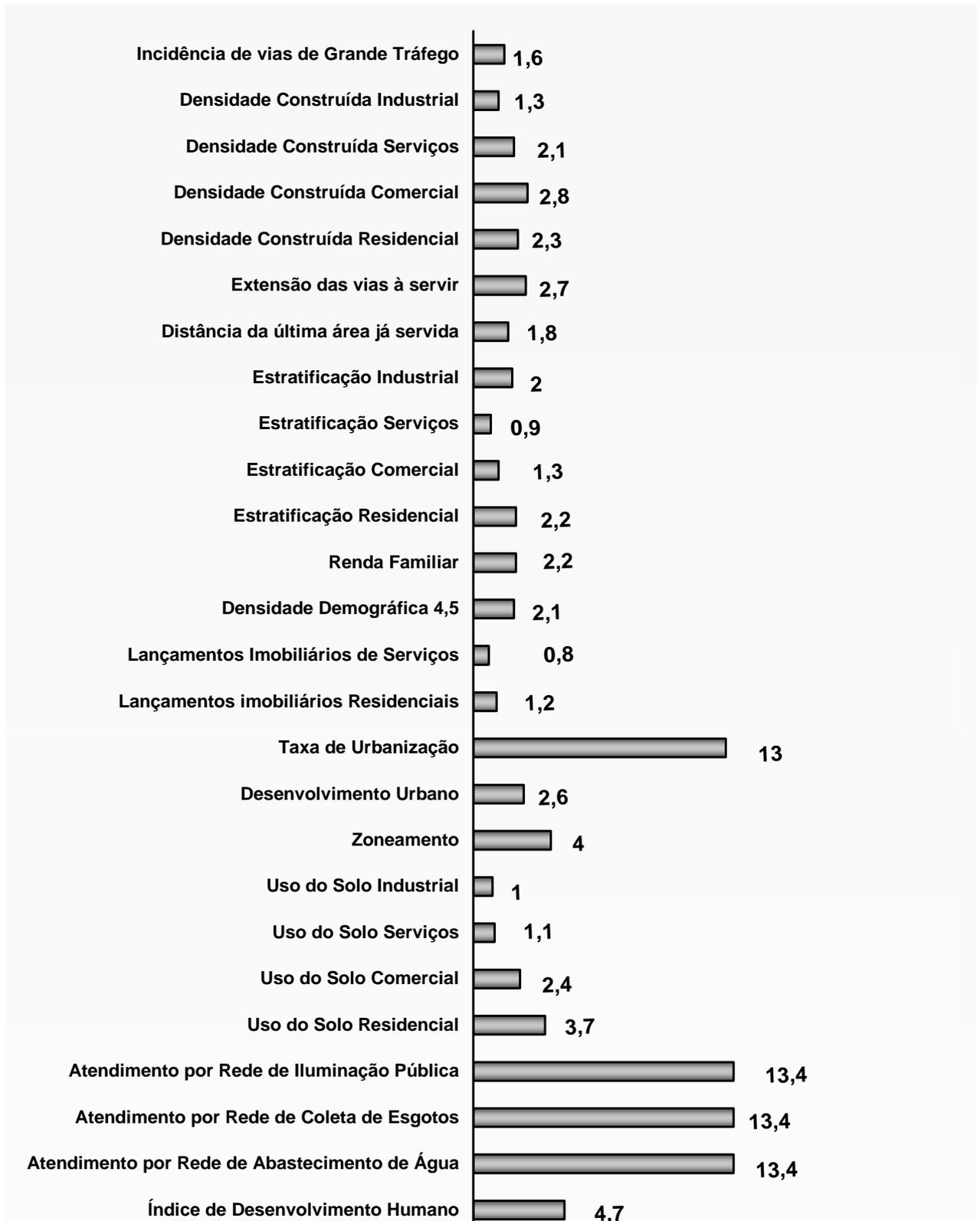


Gráfico 4.1. Influência Conjunta dos Parâmetros – São Caetano do Sul (em %).

São Paulo – Caso 1: até 30% de rede implantada

Assim como para São Caetano, há uma linearidade nas contribuições obtidas através da atribuição dos pesos para os 27 parâmetros analisados.

Os parâmetros que apresentam contribuição de maior grandeza são também semelhantes ao estudo anterior. O atendimento por redes prioritárias e a taxa de urbanização dominam o ranking de influência e podem ser considerados atrativos à rede de gás natural.

Já os índices, tanto de desenvolvimento humano quanto de exclusão social são pequenos. O IDH apresenta metade da contribuição que foi obtida no Município de São Caetano do Sul. Ambos os fatores expressam a grande oscilação entre atribuições ao longo dos 16 distritos desse grupo com grande concentração em pesos 1, 3 e 5.

Os parâmetros ligados ao planejamento urbano, como desenvolvimento urbano (peso 9, vide faixas atribuídas nas páginas 84 e 85 do Capítulo 3), zoneamento e os usos do solo residencial (em número de quarteirões) também apresentam importante colocação entre os 27 parâmetros analisados.

Já os outros 3 tipos de uso têm menor importância, sendo que o industrial é o de menor relevância (a maioria dos distritos têm peso 1 ou 3).

Os lançamentos imobiliários (tanto residenciais como serviços) têm também pequeno destaque e apenas servem para ressaltar os distritos com o mercado imobiliário mais dinâmico, como é o caso dos distritos do Tatuapé e Ipiranga¹⁰³.

Os parâmetros diretamente associados à projeção de consumo como a densidade demográfica, a renda familiar e o número de domicílios apresentam resultados de contribuição semelhantes, oriundos da concentração de pesos de 1, 3, 5.

Com importâncias similares e pequenas, aparecem em ordem decrescente, os parâmetros ligados ao número de estabelecimentos comerciais, de prestação de serviços e industriais, (este que ocupa o último lugar na contribuição geral).

Os fatores ligados à obra civil como a distância da última área à servir, a extensão das vias e a densidade construída residencial, retratam a verticalização residencial crescente na área, bem como a menor extensão territorial dos distritos deste caso e também sua proximidade da região já coberta por rede canalizada de gás natural, formando como um anel em torno desses distritos possuem o serviço já há alguns anos.

¹⁰³ Um exemplo de dinâmica do mercado imobiliário não incluído nos 68 distritos, é o distrito do Morumbi que será objeto de estudo de caso para análise de adensamento no Capítulo 5.

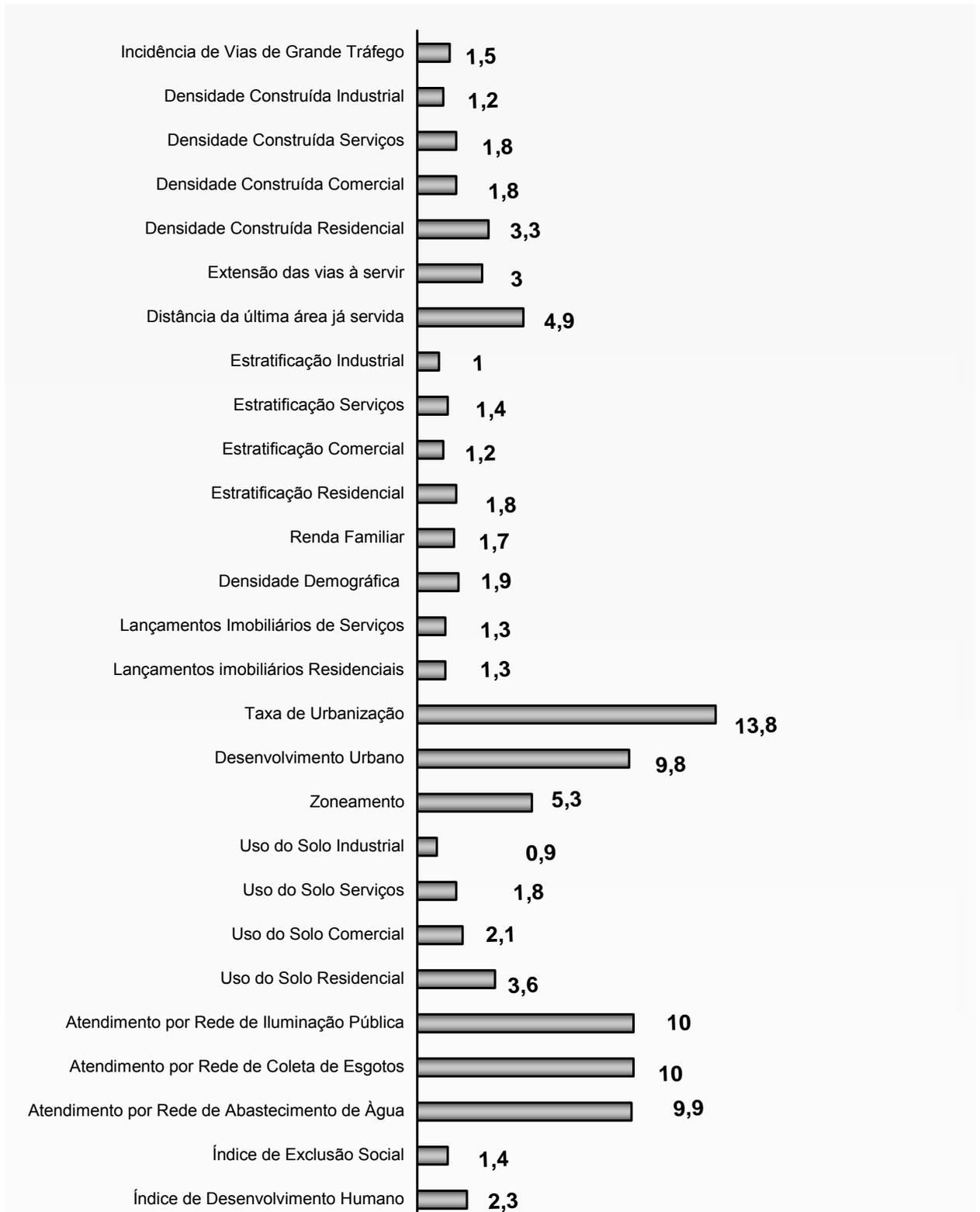


Gráfico 4.2(a). Influência (em %) Conjunta dos Parâmetros – São Paulo.
 Caso 1: até 30% de rede implantada.

São Paulo – Caso 2: até 15% de rede implantada

Assim como para os outros casos já estudados, a presença de redes prioritárias e a alta taxa de urbanização, se destacam na porcentagem de contribuição à implantação da rede de GN, embora neste grupo o atendimento por iluminação pública seja bem menos influente do que no caso 1, com muitas atribuições oscilando entre 3, 5 e 7. Os índices IDH e IEX, mantêm a pequena parcela de contribuição, porém o IEX apresenta maior contribuição do que no caso 1 devido as várias atribuições de peso 9.

Para os parâmetros associados ao tema Planejamento Urbano, continuam se destacando o desenvolvimento urbano e o zoneamento, que são ligeiramente inferiores aos resultados do caso 1, já que nesses distritos a legislação e o destaque para a concentração de possibilidades de expansão de usos é menor do que no grupo anterior.

Para os usos do solo, o destaque ainda é o uso residencial, porém ao contrário do caso 1, o uso industrial apresenta maior concentração do que o comércio e o setor de serviços, marcada pela concentração industrial nos distritos de Campo Grande, Limão e Cidade Dutra e por uma grande linearidade de atribuições de peso 5 nos outros distritos, mostrando concentração industrial mediana em todos eles, o que acaba justificando a menor concentração de quadras principalmente do uso serviços. Os lançamentos imobiliários residenciais também estão relacionados à essa menor sofisticação e só se destacam na Penha, Itaquera e Vila Prudente. Já os lançamentos para a prestação de serviços, são significativos apenas no distrito da Penha. A relevância da contribuição de ambos é semelhante entre si e também ao caso 1.

Outros parâmetros como as estratificações (que representam o número de unidades), aparecem como valores com maior constância em todos os distritos e em todos os usos do solo, também com moderada influência, salvo o caso das indústrias que indicam pequena concentração em número, assim também como a demografia que tem variação de pequena a média em todos os distritos (salvo no Capão Redondo e Vila Jacuí com as maiores concentrações e assim, atribuições de peso 9). A renda familiar, que embora apresente extremos de atribuição bem definidos, têm também em sua atribuição, grande presença de peso 1, sendo parâmetro de menor contribuição em todo o ranking dos 27 parâmetros analisados. Os fatores ligados à obra civil, têm nas densidades construídas, as relevâncias relativas, seguindo a mesma ordem de importância do caso 1: setor residencial, comercial e serviços e por fim, o industrial. A distância da área servida é menor do que no caso 1 e assim sua contribuição na atração da rede é menor, já a extensão das vias é média, o que gera que este parâmetro seja o de maior importância para a obra civil, tendo um destaque um pouco

maior que no caso 1. A incidência de vias de grande tráfego aumenta, por estarem alguns distritos localizados em área limite entre São Paulo e outros municípios.

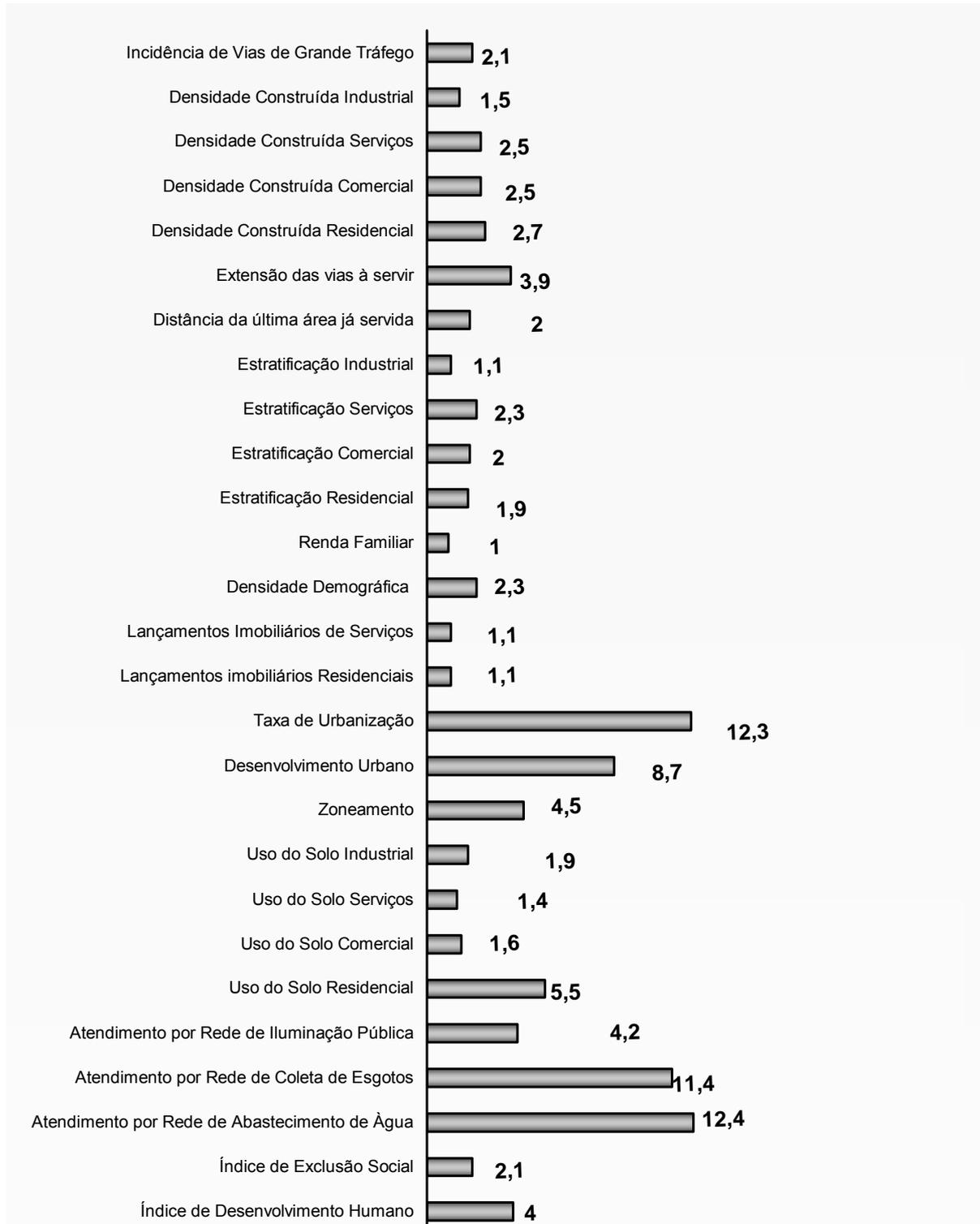


Gráfico 4.2(b). Influência Conjunta dos Parâmetros – São Paulo (em %).

Caso 2: até 15% de rede implantada.

São Paulo – Caso 3: distritos sem rede (ou rede pontual)

Neste caso estão agrupados distritos em situação mediana em todos os aspectos analisados. As redes prioritárias continuam como nas avaliações anteriores, liderando as contribuições e neste caso a iluminação pública volta a ter a mesma importância que no caso 1. Deve-se ressaltar que isso não quer dizer que a região tenha melhor qualidade de serviço que no caso 2. Há de se analisar em conjunto a característica dos distritos e também a variação na atribuição de pesos. O que faz essa região apresentar maior contribuição no fator AIP, se deve ao fato de haver maior linearidade nas atribuições, distribuídas quase que igualmente em todos os pesos da escala, diferente dos outros casos onde havia uma concentração maior de pesos de um único valor (como no caso 1, pesos 7 e 9 e no caso 2, pesos 5 e 7). A mesma análise pode ser utilizada para a taxa de urbanização que também resulta em uma alta porcentagem de contribuição.

Os parâmetros relacionados ao Planejamento Urbano, também destacam o zoneamento e o desenvolvimento urbano, porém com menor ênfase do que nos casos anteriores, estando em termos gerais os distritos dessa região em situação inferior de expectativas de incremento de usos. A importância do uso do solo residencial cresce dada a característica de “cidade-dormitório” de muitos desses distritos, também os usos comércio e serviços apresentam contribuições significativas. O uso industrial continua como nos outros casos com influência menor que os outros usos, com destaque apenas nos distritos de Anhanguera, Parelheiros e Socorro.

Já os lançamentos imobiliários, têm contribuição ínfima, menor que 1%, explicada pela característica do mercado imobiliário que além de menor do que nos outros dois casos, é fundamentado em conjuntos habitacionais.

Para fatores de projeção de consumo, a importância da densidade demográfica cresce e também a da renda familiar, ambas caracterizadas por grande incidência de pesos de 1. O número de domicílios, comércio e serviços e indústrias mantêm a ordem dos outros casos, porém com significativo aumento nos setores residenciais e de comércio.

Para os últimos parâmetros que compõem o grupo relacionado à obra civil, a distância da área servida, a extensão das vias e a incidência do tráfego são maiores que nas outras análises já que esses distritos têm em sua maioria, grandes extensões territoriais, fazem ligação com outros municípios e estão distante da rede já implantada. A densidade residencial também aumenta, bem como as densidades comércio e serviços e da mesma forma que nos outros estudos de caso, a densidade industrial se mantêm pouco relevante em torno de 1%.

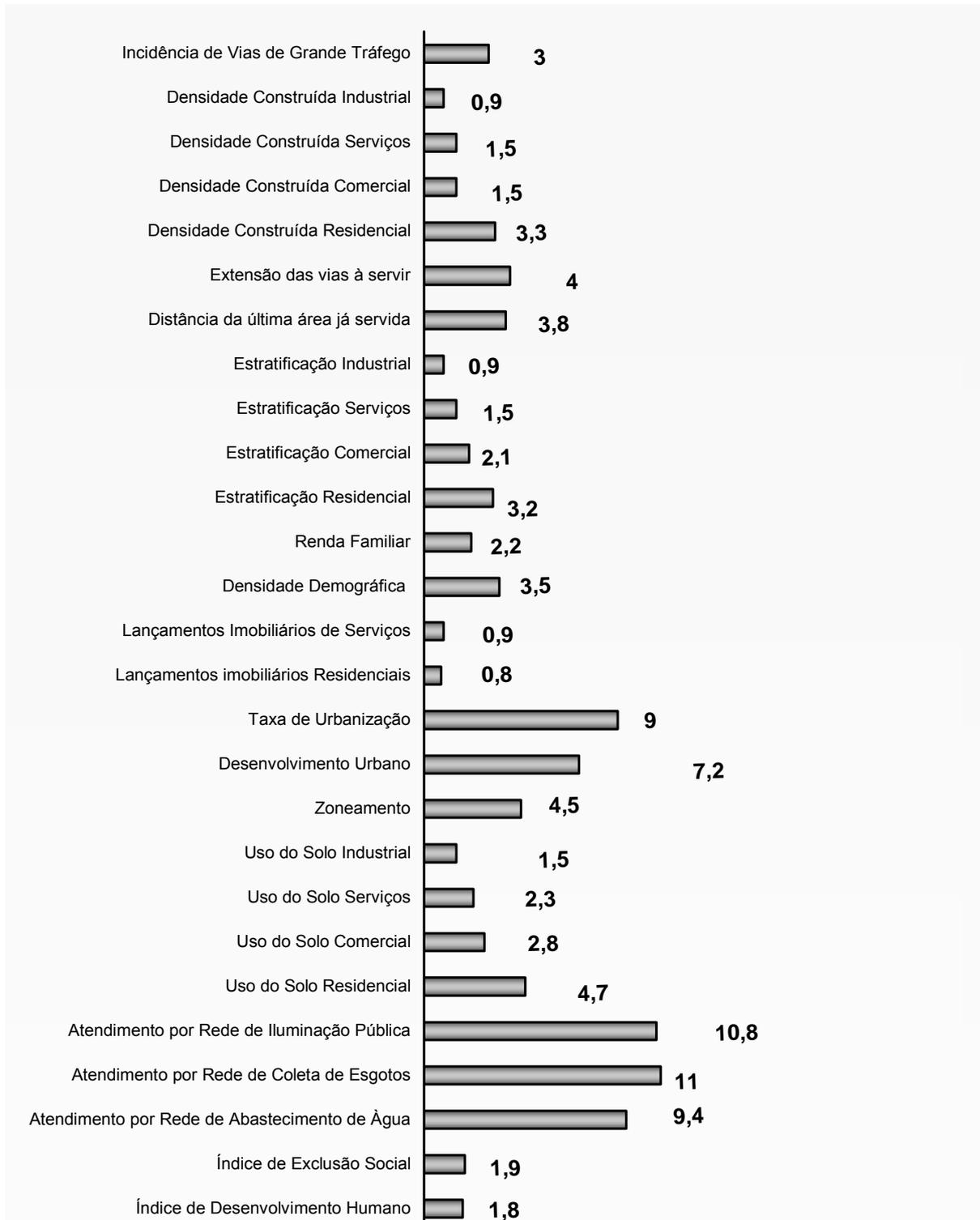


Gráfico 4.2(c). Influência Conjunta dos Parâmetros – São Paulo (em %).

Caso 3: distritos sem rede.

A Região Administrativa de Araçatuba

Nesta região ¹⁰⁴ também o atendimento por redes prioritárias aparece com alta porcentagem de contribuição, com a curiosa diferença entre o atendimento por coleta de esgotos e o abastecimento de água (8,4%). A taxa de urbanização é de suma importância já que alguns dos municípios têm representativa taxa rural, como o caso de Andradina e sua predominância agropecuária. O IDH se mantém estável e alto se comparado às outras cidades (em torno de 4% como em São Caetano e quase o dobro das 3 áreas estudadas em São Paulo).

A seqüência dos outros parâmetros segue ordem similar aos demais estudos. O zoneamento e o desenvolvimento urbano representados pelas possibilidades de consumo de energia nos 4 distritos industriais de Araçatuba, nas concentrações do setor hoteleiro de Ilha Solteira e Pereira Barreto. Os usos do solo (em número de quarteirões), com exceção ao uso industrial (que apenas é representativo em Araçatuba, sendo considerado peso 3 nos demais municípios) são relevantes, com destaque para o setor de prestação de serviços e para a introdução da característica agropecuária marcando a diferença desses municípios em relação àqueles da Região Metropolitana de São Paulo, destacando a “Terra do Rei o Gado” (Andradina). Os fatores relacionados à obra civil ganham maior importância nessa região se comparados aos outros quatro estudos. A distância da área já servida (salvo para Araçatuba que já é pontualmente servida por GN) é representada pela distância ao Gasbol e têm representativa contribuição. Também as extensões das vias e a incidência de tráfego se tornam neste caso parâmetros diferenciados e de maior relevância do que em São Caetano ou São Paulo. As imensas áreas territoriais (todas elas maiores que os 1500km² do Município de São Paulo), associadas ao número de rodovias de ligação intermunicipal e até interestadual, aumentam a importância desses parâmetros na atratividade à rede de gás natural. A renda familiar aparece com maior destaque do que a concentração demográfica, já que as densidades nessa região são muito pequenas. Pode-se dizer que os parâmetros densidade demográfica e estratificação em número de unidades (para qualquer tipo de uso do solo), apresentam influências similares e são os fatores de menor contribuição.

A ausência de informações sobre as densidades construídas por tipo de uso, distorce as considerações principalmente no âmbito do custo da obra civil. Também informações precisas sobre o mercado imobiliário dificultam a análise das possibilidades de expansão urbana e consequente aumento da demanda por energia. A pequena verticalização residencial da

¹⁰⁴ Lembrar que como já justificado no Capítulo 3, nessa região os valores das densidades construídas não foram atualizados assim como o cálculo do Índice de Exclusão Social, da iluminação pública e dos lançamentos imobiliários, não participando assim das análises de influência (Cap.4) e Atratividade à expansão (Cap. 5).

região, não contribui para a atração do serviço de gás que fica mais dependente dos lançamentos no ramo de serviços, segundo informações nos sites das 8 prefeituras estudadas, dado o avanço do turismo no noroeste do Estado.

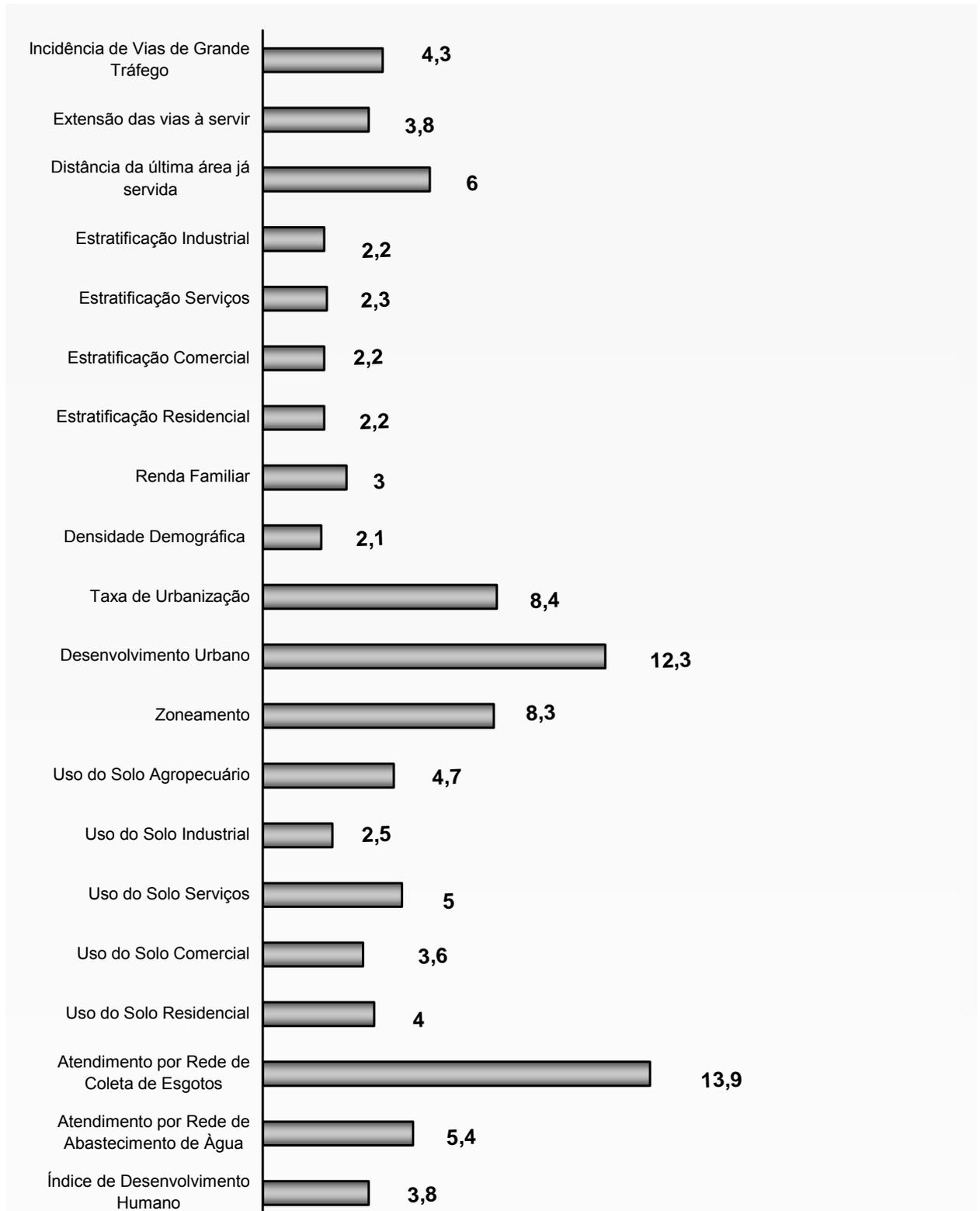


Gráfico 4.3. Influência Conjunta dos Parâmetros – Região Administrativa de Araçatuba. (8 Municípios) (%).

4.3.2. Influência de combinações específicas – 10 relações “contraditórias”

A análise conjugada dos sistemas propicia a combinação de parâmetros formando pares de interesse específico. Por exemplo, quando o enfoque é social, a relação densidade demográfica e distribuição de renda ganha interesse, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida em áreas com maior concentração populacional e menor renda familiar.

No âmbito técnico, a densidade construída representada pela verticalização residencial ou concentração industrial, bem como a distância do distrito a ser servido daquele que já possui a rede, são aspectos determinantes, já que podem influenciar o custo de implantação dos dutos. Já no critério econômico, a renda familiar (desta vez, sob o ponto de vista da relação de proporcionalidade entre consumo e renda), a ocupação do solo (médio ou alto padrão residencial, escritórios, etc.), o custo de ramificação da rede (expresso pela densidade construída por tipologia de uso) e a vocação imobiliária do bairro (tendência à ocupação de espaços vazios por pólos industriais ou a transformação de domicílios horizontais em verticais) serão preponderantes.

Várias são as combinações específicas que podem ser feitas representando as questões que geram dúvidas e contradições quando é abordado o tema implantação de redes de infraestrutura. Apresenta-se aqui dez relações que ao longo da pesquisa foram as mais cogitadas visando a análise:

- Entre renda e possibilidades de consumo representadas pela concentração populacional;
- Entre uso residencial (sempre o de maior predominância) versus uso industrial (àquele em geral, com maior potencial para consumo de gás natural);
- Da mesma forma, em termos de porte das unidades, consideração da análise entre densidade construída residencial versus a industrial, como por exemplo, áreas de grande verticalização versus distritos com características fortemente industriais;
- Entre o custo de implantação dos dutos (tanto em termos de servir de forma pontual uma região, quanto pela verificação da extensão de todas as ruas dessa região) e as possibilidades de consumo caracterizadas pela renda familiar e pelos tipos de uso do solo predominantes, novamente enfatizando os usos residencial e industrial.

Na determinação proposta neste trabalho, não foram utilizados critérios que diferenciem os pesos de importância entre sistemas ou categorias de uso (criação de alternativas), entendendo que a análise global dos parâmetros sem intervenções de pesos externos, representa a visualização do perfil de cada área de estudo e tem o papel de fornecer subsídios

à escolha de parâmetros que possam interessar decisores específicos (como a concessionária, os usuários e as prefeituras) e não direcionar a tomada de decisão propriamente dita¹⁰⁵.

Desta forma, as relações específicas à seguir apresentam a combinação par a par por seus valores simples, sem a interferência externa que possa destacar os parâmetros por tipo de enfoque. Os municípios da região administrativa de Araçatuba foram considerados em 8 das 10 relações¹⁰⁶ (vide resultados à tabela 4.3. à página 145).

1.Densidade Demográfica versus Renda Familiar

Essa relação visa responder a questão: “O que é melhor, servir mais gente com menor poder aquisitivo ou o contrário?” (lembrando que o estudo da relação é apenas numérico, e não ressalta nem o lucro que pode ser obtido com o maior consumo e nem a difusão do uso do gás natural para maior parte da população).

Para São Caetano do Sul, a renda é o fator mais influente, já que sua distribuição ao longo da cidade é mais linear do que a concentração populacional com picos em apenas 3 bairros. Para São Paulo no caso 1, se repete a conclusão de São Caetano, já que alguns dos 16 distritos desse estudo se assemelham bastante ao município vizinho. Porém nos casos 2 e 3, a situação se inverte e a demografia passa a ter maior reflexo, pois nessas duas áreas, a renda cai e o número de pessoas aumenta. Para a região de Araçatuba, a renda é fator preponderante, com predominância da atribuição de peso 1 evidenciando a baixa concentração populacional dominante na maioria dos municípios da região.

2. Uso do Solo Residencial versus Uso do Solo Industrial

Essa combinação visa mostrar os extremos em termos de consumo de gás natural através da concentração de quarteirões, destacando a comparação entre a venda de pouco volume de gás a vários consumidores ou grandes volumes a poucos consumidores.

Para essa relação existe coincidência de resultado tanto em São Caetano, como nos 3 casos de São Paulo e na região de Araçatuba, sendo o uso residencial sempre o de maior contribuição para atrair o uso do gás natural. Poucos são os bairros (ou distritos) que apresentam concentração predominantemente industrial. Mesmo em Araçatuba e região, que

¹⁰⁵ Lembrando que o objetivo deste estudo é o de, segundo o perfil de diferentes regiões e o levantamento de parâmetros que podem influenciar a implantação da rede canalizada de gás natural, usar procedimentos amplamente difundidos em pesquisa, para a análise da importância desses fatores (cap. 4), criando com esse embasamento, ferramenta específica de suporte à tomada de decisão (cap.5) e não indicar a melhor alternativa. Isso depende do ponto de vista e interesse dos grupos decisores envolvidos e consiste em discussão para outros estudos.

¹⁰⁶ Pela falta de dados atualizações principalmente, sobre o parâmetro “densidade construída”.

destaca a incidência dos “distritos industriais” em alguns dos 8 municípios de estudo, o uso residencial não é suplantado.

3. Densidade Construída Residencial versus Densidade Construída Industrial¹⁰⁷

De maneira similar a interação anterior, essa relação tem o intuito de responder a questão: o que deve ser servido primeiro: uma área com grande porte industrial ou outra com grande porte residencial? (tendo em vista que a primeira demanda menor gasto com tubulação e a segunda o inverso, muita ramificação e conseqüentemente muito gasto), só que agora ao invés de número de quarteirões destaca-se o porte das unidades.

Porém vale ressaltar que a combinação simples, não corresponde ao desempate real, já que outros parâmetros podem influenciar a resposta dessa questão como por exemplo, as distâncias à servir (conforme a verificação global feita no item 4.3.1. deste capítulo).

Para o estudo individual e exato sobre onde é melhor investir, se faz necessária a elaboração das projeções de consumo para o gás natural em função do número de domicílios e instalações industriais (ou por pesquisa de campo) associadas às tarifas cobradas pela concessionária nos usos industrial e residencial ¹⁰⁸.

A densidade construída é um meio mais detalhado de se determinar o uso do solo, resultando em uma visualização indireta da concentração em termos de porte (área construída) por tipo de uso. Em geral essa análise apresenta resposta similar que a comparação por número de quadras (uso do solo), porém, é possível a ocorrência de situações onde a área construída possa ser grande, mas não chegar a definir a predominância de uso do quarteirão, o que válida a relação usando o conceito das densidades construídas.

Pode-se afirmar que nas duas cidades da Região Metropolitana o resultado desta relação é coincidente com àquele oriundo do conceito de usos do solo, ou seja, indústrias de grande porte (em área construída) determinam quarteirões de predominância industrial. Como a densidade construída industrial é um parâmetro de pesos com maior variação de atribuição (por ser mais incomum do que a concentração residencial), é fator de menor importância tanto em São Caetano como em São Paulo. Para a região de Araçatuba a informação densidade construída não foi localizada impedindo o estudo dessa relação.

4. Número de Domicílios versus Número de Estabelecimentos Industriais

¹⁰⁷Idem nota 104.

¹⁰⁸ Conforme o exemplo proposto no capítulo 5, para a determinação da receita bruta através da projeção de consumo e faixas tarifárias por categorias de ocupação do solo.

Esta combinação também está relacionada às duas anteriores, pois desmembra o conceito de “número de quarteirões” em “número de unidades”, porém sem definir qual a área construída, como a densidade. Sua análise é validada pois, embora na maioria das vezes resulte em uma conclusão similar, o número de unidades é considerado de forma global sem vinculação com o quarteirão, ou seja, pode existir um quarteirão onde haja mais indústrias do que em outro, mais isso não faz com que esse quarteirão seja considerado predominantemente industrial e o outro não, pois essa afirmação depende do número de domicílios, comércio e serviço em cada um deles em relação ao total da ocupação geral dos quarteirões em questão.

Assim como nos casos anteriores, a linearidade de presença constante de residências na maioria dos bairros e distritos que compõem as duas cidades em oposição a variação de unidades para fins industriais, torna esse uso menos relevante na combinação, sendo as diferenças de porcentagem entre as cidades representada pela própria diferença entre o número de indústrias alocadas em ambas, com maior valor é óbvio para nos 3 casos de São Paulo. Na região de Araçatuba o resultado é o mesmo, com predominância de influência para as unidades residenciais, mesmo com a presença de alguns centros industriais em Araçatuba e Birigui.

5. Distância da Última Área já Servida versus Uso do Solo Residencial

Essa relação tem como intuito relacionar o investimento na obra civil com o número de quarteirões a servir, lembrando que a atribuição de peso para o parâmetro “distância” é feito em ordem inversa (para menores distâncias, menor investimento, portanto maior peso).

Assim pretende-se verificar se grandes distâncias são compensadas se houver um grande número de quarteirões a servir (nesse caso de uso residencial), exemplo onde haverá maior influência do uso do solo ou ao contrário, se for mais importante a extensão a vencer (custo indireto de implantar a rede subterrânea), exemplo onde será mais influente o parâmetro distância a servir.

São Caetano do Sul tem pequena área territorial e metade de seu perímetro é circundado pela rede de alta pressão, o que faz com que grande parte de seus bairros estejam mais ou menos equidistantes da rede, o que torna a distância menos influente do que o uso residencial.

Em São Paulo ocorre uma oscilação da resposta dependendo do caso. Para o caso 1 que têm os distritos com as menores distâncias da rede já instalada, este fator se torna ligeiramente mais interessante do que o uso residencial. Para os outros casos, que estão a maiores distâncias, o que subentende maior custo da obra, esse fator perde para o uso residencial.

Para os municípios da região de Araçatuba, o parâmetro uso residencial é o de maior contribuição para atração do serviço de gás já que as imensas extensões territoriais tendem a onerar a distribuição da rede.

6. Distância da Última área já Servida versus Renda Familiar

Com o mesmo enfoque da relação anterior, esta combinação visa estabelecer uma comparação indireta entre investimento necessário para estender a rede a um determinado bairro ou distrito e qual será seu suposto retorno pela simples associação com o poder aquisitivo dominante na região em análise, de forma a detalhar o número de quarteirões residenciais em função da associação com a maior ou menor tendência em consumir energia.

Em São Caetano, há quase um empate entre a linearidade de distância de todos os bairros à rede de alta pressão e o equilíbrio de renda familiar que supera a distância em apenas 1%. Em São Paulo, os dois parâmetros apresentam oscilações semelhantes, mas a distância ainda é preponderante nos casos 1 e 2 e tem maior importância para a expansão da rede, o que se nota pela semelhança de poder aquisitivo entre todos os distritos em contraposição as variadas distâncias à percorrer para servi-los, o que ressalta que renda é um fator constante em relação à distância e assim de menor influência. Já no caso 3, há quase um empate, mas que é interpretado ao contrário de São Caetano pois, tanto a grande distância como a baixa renda desestimulam a implantação da rede de GN. Novamente para a terceira área de estudo (região de Araçatuba), o parâmetro distância tem primazia, destacando que embora sejam grandes as distâncias e o investimento esses suplantam a pequena renda predominante na região.

7. Distância da Última Área já Servida versus Uso do Solo Industrial

Assim como para os quarteirões residenciais (combinação número 5), a relação proposta entre incidência de quarteirões industriais e distância a vencer para servi-los objetiva verificar se vale ou não a pena arcar com o custo de implantação dos dutos (demonstrado indiretamente pela distância) para servir áreas com concentração de indústrias superior a 60% representadas pelo número de quadras no bairro ou distrito em questão.

A análise global para o município de São Caetano, mostra que embora os dois parâmetros apresentem grande variação na atribuição de pesos, é ainda a distância que tem a maior importância para determinação das áreas passíveis de receber a rede de gás, da mesma forma que na comparação com os quarteirões residenciais, só que com menor intensidade (as variações de atribuição da escala para os dois parâmetros obtidas na combinação par a par são menores neste caso).

Para a cidade de São Paulo o resultado é semelhante nos 3 casos. Para o caso 1, a distância é extremamente relevante já que esses distritos apresentam pequena concentração industrial e ao mesmo tempo, estão muito próximos a área já coberta além de possuírem pequena porção de seus territórios em fase de expansão do serviço. No caso 2 há quase um empate, já que a concentração industrial nesses distritos aumenta como também aumenta a distância, mas este parâmetro ainda é 1% mais importante. No caso 3, embora a distância seja grande, o uso industrial ínfimo induz sua pequena contribuição na atração da rede ressaltando o primeiro parâmetro como o de maior influência. Para a região de Araçatuba, a distância será determinante.

8. Extensão das Vias à Servir versus Número de Domicílios

Assim como a distância da última área já servida, o uso do parâmetro extensão das vias, tem a intenção de servir como fator indireto da determinação dos custos da obra civil, só que desta vez, não como ligação entre bairros (ou distritos) mas, como definição dos quilômetros a cobrir dentro de cada um. Este parâmetro assim como a distância também tem atribuição em ordem inversa (quanto menor a extensão, mais barato e melhor é atender o local). A comparação da extensão com a concentração de domicílios, agora em detalhamento por número de unidades, visa testar se grandes somas em quilômetros podem ser compensadas pelo uso residencial, da mesma forma que o parâmetro distância, só que desta vez, considerando o bairro (ou distrito) internamente.

Para as 3 áreas a extensão das vias sempre é mais relevante. Em São Caetano, a diferença entre áreas verticalizadas e áreas de ocupação predominantemente horizontal, induz a atribuição de extremos em vários distritos que quando da análise par a par geram menor influência do que o parâmetro extensão, que também utilizou pesos extremos mas com menor ênfase, mantendo atribuição bastante constante entre os valor 7 e 9, que expressam extensões moderadas ou pequenas.

Assim como para o parâmetro distância, a extensão interna aos municípios quase sempre é fator predominante na análise. Nos 3 casos de São Paulo ocorre o mesmo, a oscilação entre áreas verticais e horizontais torna o número de domicílios por distrito mais variável do que as extensões de cada um, destacando este último parâmetro. Para a região de Araçatuba, o baixo número de domicílios não atrai a rede e também destaca a extensão das vias em áreas urbanizadas como fator determinante na atração do serviço.

9. Extensão das Vias à Servir versus Número de Estabelecimentos Industriais

Com intuito semelhante à combinação anterior, a relação pretende verificar agora para a concentração industrial, se as extensões a percorrer com os dutos devem compensar ou não quando comparadas ao número de indústrias a servir, sem definir concentração por quadras (uso do solo) ou porte por área (densidade construída).

Em São Caetano, todos os bairros apresentam um pequeno número de indústrias distribuídas quase que uniformemente ao longo por toda a cidade. Porém a pequena extensão dos bairros ainda supera o número de indústrias e é fator relevante.

Para São Paulo, nos dois primeiros casos ocorre o mesmo, o que é facilmente comprovado pela concentração de indústrias em apenas alguns distritos enquanto em outros a ocupação é ínfima. No caso 3 o número de indústrias passa a ser ligeiramente de maior contribuição considerando a imensa extensão (e investimento necessário a obra civil) de distritos como por exemplo Parelheiros e José Bonifácio que não incentivam a implantação da rede GN nesse grupo. Para Araçatuba e arredores, os parâmetros associados a obra civil, como é o caso da extensão das vias, quase sempre predominam sobre os demais dada a dispersão de concentração de usos do solo.

10. Densidade Construída Industrial versus Número de Estabelecimentos Industriais

Neste caso o resultado da combinação par a par englobando todos os distritos simultaneamente traça o perfil do município, mas a análise deve se apoiar no enfoque do decisor para cada distrito individualmente, auxiliando na escolha de qual parâmetro que é o mais importante para orientar a expansão do serviço, considerando também que nem sempre grande número de instalações representa grande consumo de gás. A introdução do parâmetro densidade construída, tem a intenção de indicar o porte da instalação e assim refinar a estimativa de consumo de gás.¹⁰⁹

Em São Caetano, que tem indústrias distribuídas por todo seu território (mesmo que de micro porte), a densidade construída não apresenta grande relevância já que são poucas as indústrias de grande porte, destacando assim o número de indústrias independentemente do seu porte. Em São Paulo ocorre o contrário. Com menor número de unidades, a densidade construída, ou seja, o porte se torna relevante nos 3 grupos de distritos analisados. Para a região de Araçatuba a informação densidade construída não foi localizada impedindo o estudo dessa relação.

A tabela seguinte resume as porcentagens obtidas para os dois municípios, através do programa decision lens, nas 10 combinações propostas.

¹⁰⁹ Ibidem nota 104.

Contribuição (%)					Contribuição (%)						
SCSUL	SP caso 1	SP caso 2	SP caso3	RAA	Combinações		SCSUL	SP caso 1	SP caso 2	SP caso3	RAA
44	45	76	62	37	Densidade demográfica	Renda familiar	56	55	24	38	63
78	78	72	82	66	Uso solo residencial	Uso solo industrial	22	22	28	18	34
69	76	68	68	-	Densidade construída residencial	Densidade construída industrial	31	24	32	32	-
58	71	66	72	53	Número de domicílios	Número de instalações industriais	42	29	34	28	47
31	55	21	50	38	Distância da última área servida	Uso do solo residencial	69	45	79	50	62
49	72	72	48	63	Distância da última área servida	Renda familiar	51	28	28	52	37
68	84	51	62	61	Distância da última área servida	Uso do solo industrial	32	16	49	38	39
67	71	72	76	62	Extensão das vias à servir	Número de domicílios	33	29	28	24	38
58	78	76	45	64	Extensão das vias à servir	Número de instalações industriais	42	22	24	55	36
37	55	56	55	-	Densidade Construída industrial	Número de instalações industriais	63	44	45	45	-

Tabela 4.3. Resumo da Influência nas 10 Combinações Específicas.

Nota: “SCSUL”: São Caetano do Sul, “SP”: São Paulo e “RAA”: Região Administrativa de Araçatuba (8 municípios).

A opção entre a escolha deste ou daquele parâmetro como determinante, está sempre associada aos diferentes compromissos de tomada de decisão, porém o estudo de combinações específicas permite o detalhamento do conceito de cada parâmetro e torna mais clara a interpretação do reflexo da atribuição de pesos na influência que cada fator pode ter na expansão da infra-estrutura de gás, destacando bairros e distritos que merecem maior atenção por apresentarem situações extremas (1 e 9) de atração ou não atração à rede.

4.4. Considerações sobre a interpretação do Decision Lens

Para o melhor entendimento de como os pesos interagem devemos separar a interpretação do programa em duas análises.

A primeira análise mostra que a maior influência é representada pelos parâmetros que apresentam a maior variação na atribuição de pesos, sem interessar o valor desses pesos. Parâmetros com linearidade de atribuição não destacam influência, pois indicam que qualquer célula de estudo é atrativa à implantação da rede, já que todas apresentam o mesmo peso, determinando assim graus de influência iguais e não destacando nenhuma das células.

Quando os parâmetros comparados têm distribuições semelhantes ou com pequena variação, é feita uma segunda análise que lida com a grandeza dos pesos, mostrando que atribuições em extremos da escala além de ressaltar o parâmetro como de grande influência, chamam a atenção para as células com maior peso (aquelas de maior atração à rede) e outras no limite inferior da atribuição (aquelas de menor atração à rede).

A interpretação dos resultados pode ser resumida para as 3 áreas de estudo da seguinte forma:

As redes prioritárias sempre têm boa contribuição, salvo no caso da iluminação pública que apresenta pequena contribuição no caso 2 (São Paulo). Também a taxa de urbanização sempre se mostra positiva à implantação da rede de gás natural.

Já os índices IDH e IEX variam em cada caso. O índice de desenvolvimento humano aparece mais alto em São Caetano do Sul e na região de Araçatuba, dois casos onde o índice de exclusão social não foi calculado. Já nos 3 casos de São Paulo as contribuições são semelhantes, mas com maior relevância sempre a exclusão social.

Em geral os usos comercial e serviços são razoavelmente difundidos em todos os casos de estudo, apresentando contribuições entre 1 e 3% independente se em regiões periféricas e de baixa renda. O que pode ser diferente é o porte da unidade que é representada pela densidade construída e induz ou não a um maior consumo de gás natural. A prestação de serviços e seu respectivo consumo de gás, está vinculada a áreas mais centrais e de maior

poder aquisitivo, induzindo a sofisticação de usos em setores potenciais como hotéis, restaurantes, academias e clubes, hospitais (em geral, particulares).

O mesmo ocorre com o uso residencial, que é aquele de maior predominância e sempre bem distribuído, se diferenciando apenas por ser mais ou menos verticalizado. Já o uso industrial não se destaca em nenhuma das regiões, nem enquanto densidade construída.

O desenvolvimento urbano e o zoneamento são bastante relevantes variando respectivamente entre 12 e 5% em todos os estudos, mostrando sua importância como determinante das perspectivas de expansão e sofisticação de usos do solo e densidades construídas e assim possibilidades de consumo.

Os lançamentos imobiliários tanto no âmbito residencial como na prestação de serviços apresentam pequena contribuição (entre 0,8 e 1,3%) em todas as análises por serem ainda características difundidas em distritos com melhor renda e mais próximos aos centros das cidades

A densidade demográfica em geral sempre predomina em relação a renda familiar nos casos de São Paulo, estando em torno de 2,3%, salvo no caso 3 de São Paulo onde chega a quase 4%. Em São Caetano apresenta valores muito próximos que dão pequena vantagem à renda familiar e na região de Araçatuba, a renda supera a concentração populacional.

As estratificações em número de unidades estão sempre em torno de 2% destacando os domiciliares, a alternância entre serviços e comércio (para São Paulo, a prestação de serviços, para São Caetano ainda domina por pequena margem as unidades de comércio e para a RA Araçatuba também por pequena diferença, predomina o setor serviços).

Em termos de distâncias de áreas já servidas e extensões a servir os índices estão entre 2 e 3% em São Paulo e São Caetano, ganhando ênfase apenas nos municípios do noroeste paulista. Também o tráfego que gira em torno de 1 a 2%, em Araçatuba supera os 4% de contribuição.

As densidades construídas refletem a verticalização residencial e variam em torno de 3% em média nos 3 casos. Para os setores comércio e serviços, as informações obtidas junta a SEMPLA (2006) para o município paulistano diferenciam pouco a importância desses setores tornando suas contribuições com valores muito parecidos sempre por volta de 2 a 3%. Em São Caetano, o comércio supera a influência da prestação de serviços também estando ambos entre 2 e 3%.

Para a região administrativa de Araçatuba é difícil estipular relação de comparação com as outras duas cidades analisadas. As diferenças determinantes são várias, a começar pelas pequenas densidades demográficas dos municípios do oeste paulista bem como pelo

baixo poder aquisitivo predominante, pela grande margem de uso rural que destaca parâmetros que em áreas metropolitanas são em geral de baixíssima influência como a taxa de urbanização e a incidência de vias de grade tráfego, além da ampliação do conceito de dinâmica urbana propriamente dito, obrigando a inclusão de parâmetros como o uso agropecuário para uma análise mais abrangente dessas cidades que mesclam a ocupação urbana com a rural, ampliando o horizonte de debate sobre as possibilidades de expansão do uso de gás natural enquanto rede canalizada.

Através das combinações simples de 1 só par, verifica-se que mesmo em áreas de perfis sócio-econômicos bastante diferentes, salvo exceções:

- Não há regra de dominância entre renda e demografia, porém nos estudos elaborados renda predomina em locais menos habitados e vice-versa;
- Quarteirões residenciais predominam sobre quarteirões industriais, bem como densidades residenciais suplantam as industriais;
- Distância e extensões em geral predominam sobre todos os parâmetros, embora fatores ligados à indústria possam se equiparar e até mesmo superá-los em alguns casos;
- Portes representados por densidades construídas têm maior influência do que o número de unidades para um mesmo setor.

No capítulo seguinte é proposto um modelo baseado no método AHP adaptado somente ao estudo da rede de gás natural. Para confirmação da coerência na metodologia e algoritmo propostos, o programa decision lens será novamente utilizado.

CAPÍTULO 5. MODELAGEM DE PROTÓTIPO DE SOFTWARE PARA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO, DA EXPANSÃO E DO ADENSAMENTO DA REDE DE GÁS NATURAL CANALIZADA USANDO INDICADORES URBANOS

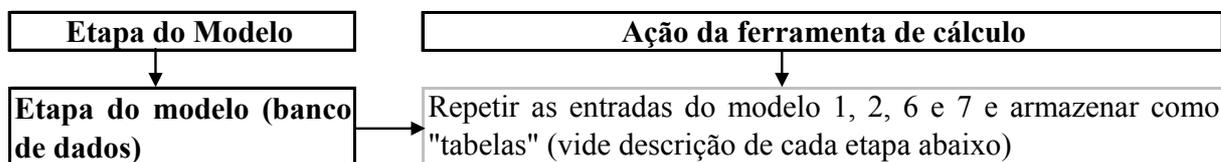
5.1. A concepção do modelo

Para a criação de modelos que formulem cenários visando priorizar investimentos na expansão do mercado de gás natural nos segmentos residencial, comercial e industrial de grandes cidades, sugere-se a caracterização de células de estudo conforme seus diferentes níveis de adensamento populacional, renda familiar, verticalização, concentração industrial e perspectivas de expansão, com o objetivo de construir um banco de dados o qual é submetido ao método de análise hierárquica (descrito no Capítulo 4), considerando a atribuição de uma escala de pesos aos parâmetros (descritos no Capítulo 3) e visando destacar o perfil de cada área de estudo e distinguir regiões com maior capacidade de consumo, pontos subutilizados em locais já servidos e outros que pela maior distância e menor densidade de mercado, devam ser servidos não de forma tradicional, via tubulação subterrânea, mas por meio da utilização de outras opções (por exemplo, gás natural comprimido – GNC-, ou gás natural liquefeito – GNL).

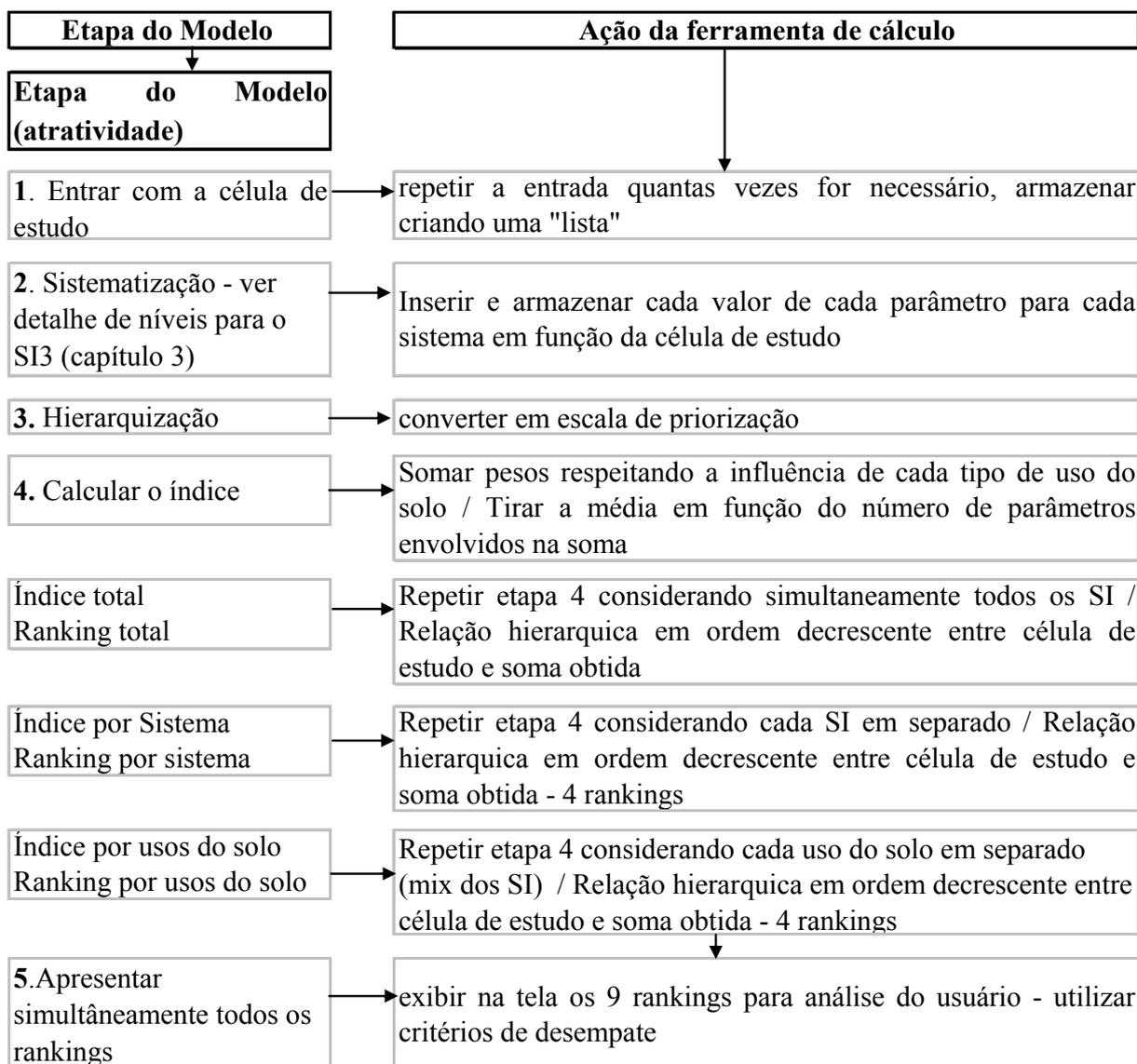
O modelo tem como objetivo funcionar como ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre onde implantar a rede canalizada dentro de um município. Para tal, oferece vários rankings de atratividade e adensamento, com diferentes enfoques para que o usuário, seja da concessionária ou prefeitura, escolha a prioridade segundo o interesse da empresa/instituição (por exemplo, áreas com maior consumo industrial, ou com maior tendência a ocupação residencial). Usando como fundamento o método de Análise Hierárquica de Thomas Saaty, (abordado no Capítulo 4 através do Programa *Decision Lens*), o modelo baseado em indicadores urbanos visa interar aspectos do desenvolvimento urbano das cidades para o estudo da implantação de infra-estrutura de distribuição do gás natural, através de um modelo na intenção de servir como uma ferramenta oriunda do setor de pesquisa e desenvolvimento acadêmico, de fácil entendimento, bom grau de precisão e que possa em projeto futuro ser transformado em um software de baixo custo. Conforme descrito nas páginas 70 e 71 do Capítulo 3, o conjunto de dados é composto por 28 parâmetros divididos em quatro sistemas de informações, constituindo um modelo que tem 4 objetivos:

- Ser usado como “**banco de dados**” simplesmente armazenando todas as informações, ou seja, antes da hierarquização dos parâmetros, os dados inseridos em cada sistema de informações podem ser utilizados como banco de dados sobre indicadores urbanos de um

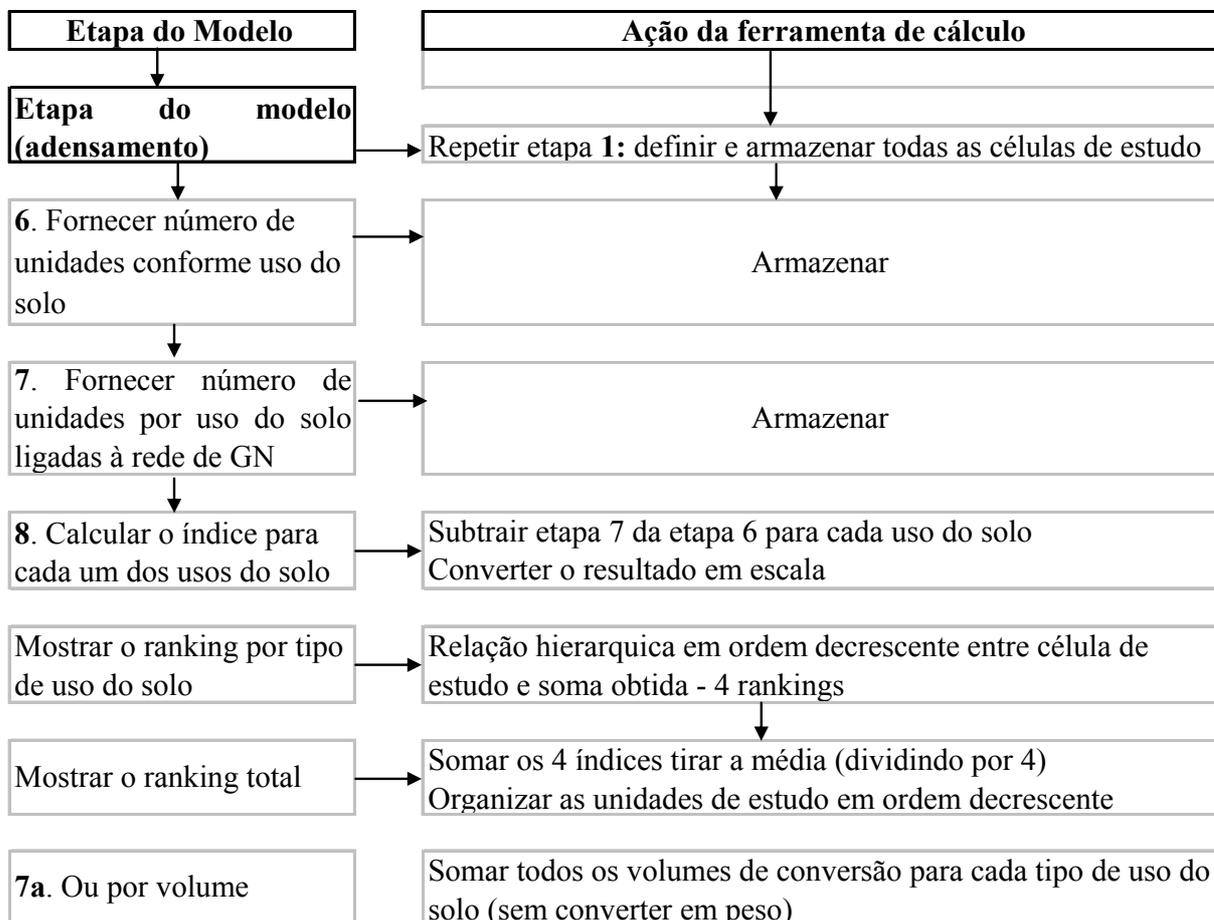
município com a intenção de apoiar às Prefeituras e outras concessionárias de serviços em rede, na análise da expansão de outras infra-estruturas e de equipamentos urbanos, conforme o esquema:



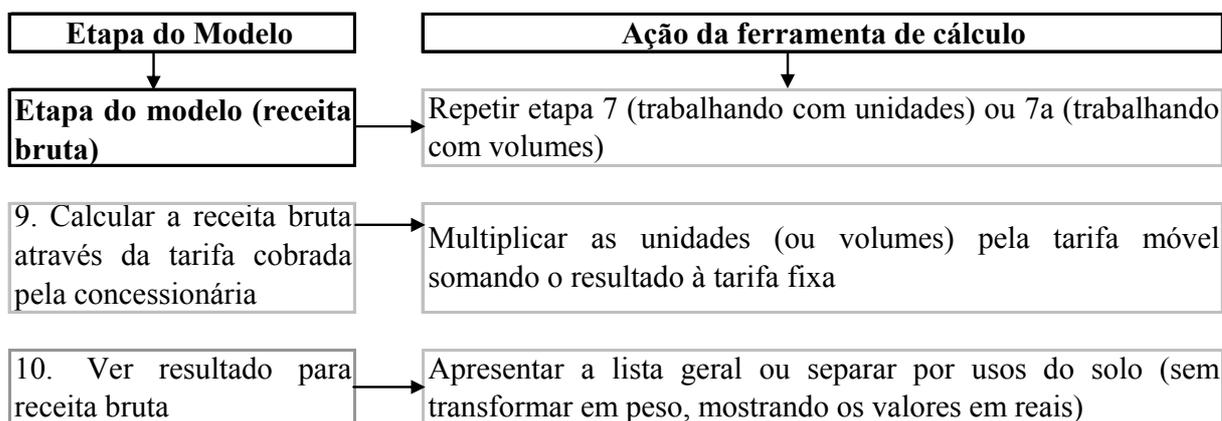
• Determinar o “Índice de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural” para 4 sistemas de informações, 4 usos do solo (5 no caso da região de Araçatuba, que exigiu a inserção do uso agropecuário, dada a maior taxa de ocupação rural que foge ao conceito de dinâmica urbana) e um total com seus respectivos **ranking** classificatórios em função desses 10 índices, conforme o esquema:



- Determinar o “**Índice de Adensamento da Rede de Gás Natural**” para 4 sistemas de informações, 4 usos do solo e um total com seus respectivos **ranking** classificatórios em função desses 8 índices, conforme o esquema:



- Determinar o “**Retorno Simples - ou Receita Bruta**”: o retorno simples é o resultado da associação entre as informações do sistema projeção de consumo de GN (por unidades ou por volumes estimados) e a tarifa cobrada pela concessionária de GN em função desse consumo, conforme o esquema:



Para a construção do modelo foram verificadas as premissas básicas:

- Verificação de valores extremados, que fogem completamente aos valores coletados (vale lembrar que os dados quando não são amostrais, já são testados estatisticamente pelos órgãos competentes);
- Verificação da coerência entre parâmetros: verificada no Capítulo 4 através do Índice de Inconsistência do Programa Decision Lens;
- Divisão de cada parâmetro em n categorias, onde $n=5$, já que os parâmetros são comumente oferecidos pelos órgãos oficiais em 5 classes;
- Linearização de todos os parâmetros à mesma escala (conforme descrito às páginas 73 do capítulo 3 e 122 do Capítulo 4);
- Quando necessária a coleta por amostragem (caso do nível 5 de projeção de consumo abordado à página 98 do Capítulo 3), usar o conceito de amostragem por conveniência, selecionando as unidades de pesquisa por seu porte enquanto consumidora de energia e dispensando assim testes paramétricos e não-paramétricos.
- Aplicação do algoritmo: O algoritmo base utilizado no protótipo para determinação das conversões em peso e dos índices de atratividade, adensamento e retorno simples é fundamentado em três operações básicas:
- Conversão dos valores digitados em pesos de 1 a 9 conforme a escala Saaty, ou de 1 a 5, conforme escala semântica simples usada inicialmente e descrita à tabela 5.1:

Faixa	Escala Semântica para o Gás Natural	Escala AHP	Escala Simples
1	Baixa atratividade à implantação da rede (ou ao adensamento)	1	1
2	Baixa a Média atratividade à implantação da rede (ou ao adensamento)	3	2
3	Média atratividade à implantação da rede (ou ao adensamento)	5	3
4	Média a alta atratividade à implantação da rede (ou ao adensamento)	7	4
5	Alta atratividade à implantação da rede (ou ao adensamento)	9	5

Tabela 5.1. Adaptação da escala AHP ao estudo do gás natural.

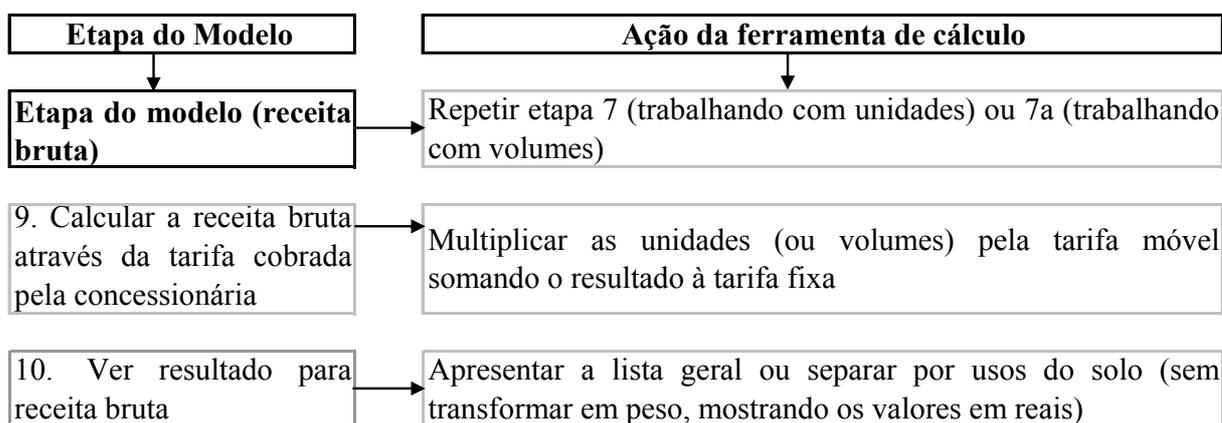
Nota: vide citação da escala e da criação dos 5 intervalos de valores às páginas 65, Cap.2; 73, Cap.3 e 121, Cap.4.

A cada um dos parâmetros que compõem os sistemas, é atribuída uma escala de priorização (vide planilhas do anexo), conforme seu valor numérico (no caso de parâmetros quantitativos) ou de sua importância na atração ao uso do gás (no caso de parâmetros qualitativos, que fornecem indicativos subjetivos associados às características da dinâmica urbana do distrito).

- Soma de pesos para cada parâmetro em função de cada célula de estudo e média ponderada considerando o número de parâmetros envolvidos na soma (respeitando os critérios de parâmetros que devem ser incluídos ou não no somatório). O índice calculado por somas de diversos parâmetros e de seus pesos, é baseado no mesmo conceito utilizado por SPOSATI (1996; 2000) para a determinação do Índice de Exclusão Social e também no conceito da SEMPLA (1991) para o cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). (As fórmulas para cálculo de cada índice são descritas neste capítulo nas páginas 166 à 168, 170 à 172 e 187 à 189).

- E como último estágio, executar a conversão das médias dos pesos obtidas por célula de estudo, em escala ordinal conforme o valor da média, em ordem decrescente, criando classificações das células de estudo em função do valor numérico obtido através da atribuição dos pesos.

- Para o cálculo da Receita Bruta, também considera-se apenas o SI3, especificamente no nível 5 de estratificação, trabalhando com volumes por setor de atividade para cada uso do solo. Aqui não é feita a conversão em peso. A soma dos volumes projetados em cada célula de estudo é associada às tarifas fixa e móvel das concessionárias de gás natural, conforme o esquema:



5.2. Arquitetura Sistêmica da Modelagem e do Protótipo

O modelo transformado em protótipo de sistema computacional, foi idealizado para ser instalado via cd-rom como qualquer programa para impressoras ou máquinas digitais compatíveis com o office. Depois de sua instalação o usuário poderá inserir as informações e salvá-las para consulta posterior como um arquivo word ou excel. A tela da figura 5.1. representa o processo de instalação do cd denominado “PARGN – Programa para Análise da Rede de Gás Natural”.

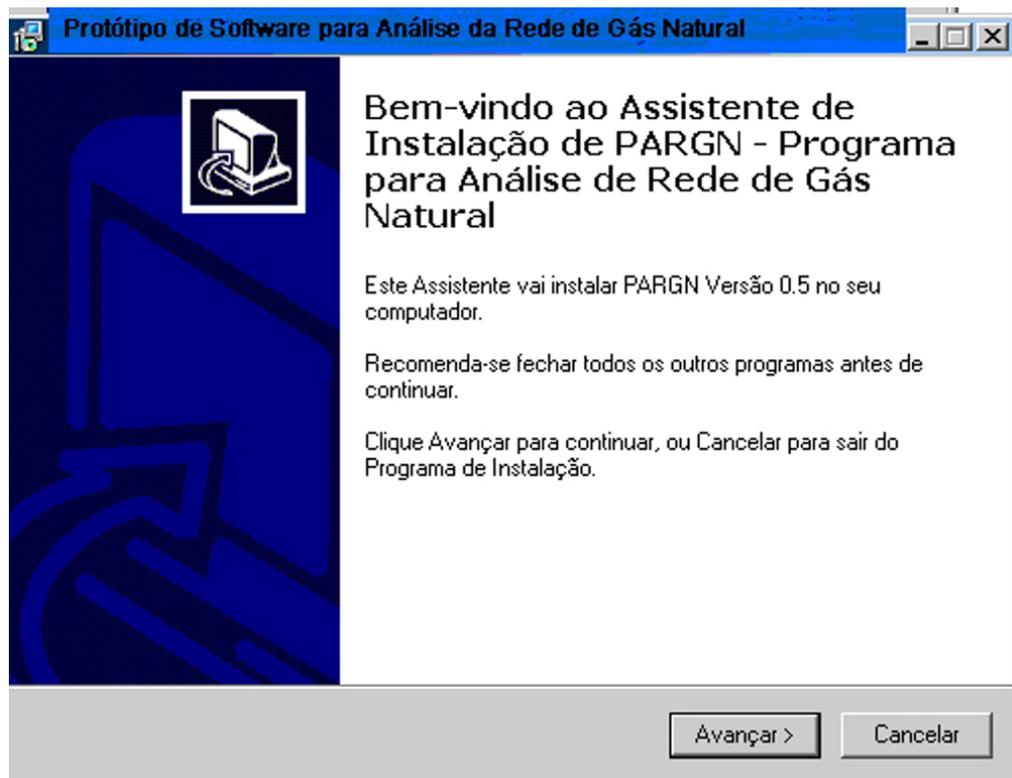


Figura 5.1. Tela de Instalação do Software com base em Aplicativo do Office.

O mecanismo interno do programa é baseado na construção de tabelas como o office excel e bancos de dados semelhantes ao office access.¹¹⁰

A tela principal do programa é apresentada na figura 5.2. A partir dessa tela é possível controlar toda a operação do software. O ícone “Arquivos” é o que permite ao usuário salvar os dados inseridos bem como imprimi-los. O Ícone “Cadastro de Células” corresponde a própria tela 5.2, onde é definida a abrangência da área de estudo, e digitados todos os nomes associados à pontos cardeais. O ícone “Cadastro dos Sistemas” chama a tela para cadastrar o primeiro sistema e ao mesmo tempo disponibiliza o “Cadastro de Indicadores” dividido em 4

¹¹⁰ O algoritmo e as telas descritos neste Capítulo, foram elaborados através de consulta informal à alunos de Ciências da Computação de diversas faculdades. O programa aqui denominado “protótipo” é rodado em excel, permitindo a simulação completa dos resultados esperados e seu teste de validação quando comparado ao mundialmente conhecido Decision Lens idealizado por Thomas Saaty. O software deve ser aprimorado e apresentado em projeto futuro segundo a descrição feita no Capítulo 6.

grupos que compreendem os indicadores: qualidade de vida, planejamento urbano, projeção de consumo de gás natural e sistemas canalizados. O ícone “índices” permite a seleção entre o cálculo da atratividade ou do adensamento ou da receita bruta, etapas onde os valores digitados são convertidos em escala e transformados em rankings que classificam as células inseridas segundo o potencial para receber ou incrementar o uso da rede de gás.

A seguir são apresentadas as 12 telas previstas para o programa, juntamente com os testes que utilizam todas as diferentes áreas permitidas através das células de estudo e verificam o cálculo de todos os índices propostos pelo protótipo.

5.2.1. A Inserção das Células de Estudo

O modelo deve permitir a inserção de informações em diferentes esferas geográficas. Partindo da unidade de estudo, os dados vão sendo armazenados conforme o detalhamento desejado pelo usuário, caminhando para células maiores até chegar à área do município.

A introdução das células de estudo deve ser uma entrada variável, pois determina quantas vezes o programa deverá repetir cada entrada de um parâmetro para o preenchimento do banco de dados. Serão digitados os nomes (do bairro, distrito...) criando uma lista que devem ser associados as zonas da cidade (os pontos cardeais). Escolhida uma célula de estudo, esta será o padrão. A mistura de diferentes escalas geográficas não é recomendada. As células e zonas da cidade disponíveis são:

- Célula de estudo: **Unidade Quarteirão Bairro Distrito Município**
- Zona da Cidade: **Norte Nordeste Noroeste Centro Leste Oeste Sudeste Sudoeste Sul**. Por exemplo:

Célula de Estudo: **Distrito** Nome: **Morumbi** Zona da Cidade: **Sul**

Nome: **Santana** Zona da Cidade: **Norte**

Conforme a figura 5.2, o usuário seleciona a célula de estudo (uma só vez) e digita os vários nomes e suas respectivas zonas da cidade, clicando em “adicionar” a cada nome inserido. A lista deve aparecer na tela indicando tudo o que foi digitado. Ao final, clica-se no ícone “próxima” ou no cabeçalho em “Cadastro dos Sistemas”, para prosseguir ao preenchimento dos parâmetros. O arquivo de células de estudo deve ser salvo clicando em “Arquivo” e pode ser impresso.

Uma vez digitada a lista de células de estudo, estas automaticamente se repetem no passo seguinte que corresponde ao preenchimento do banco de dados.

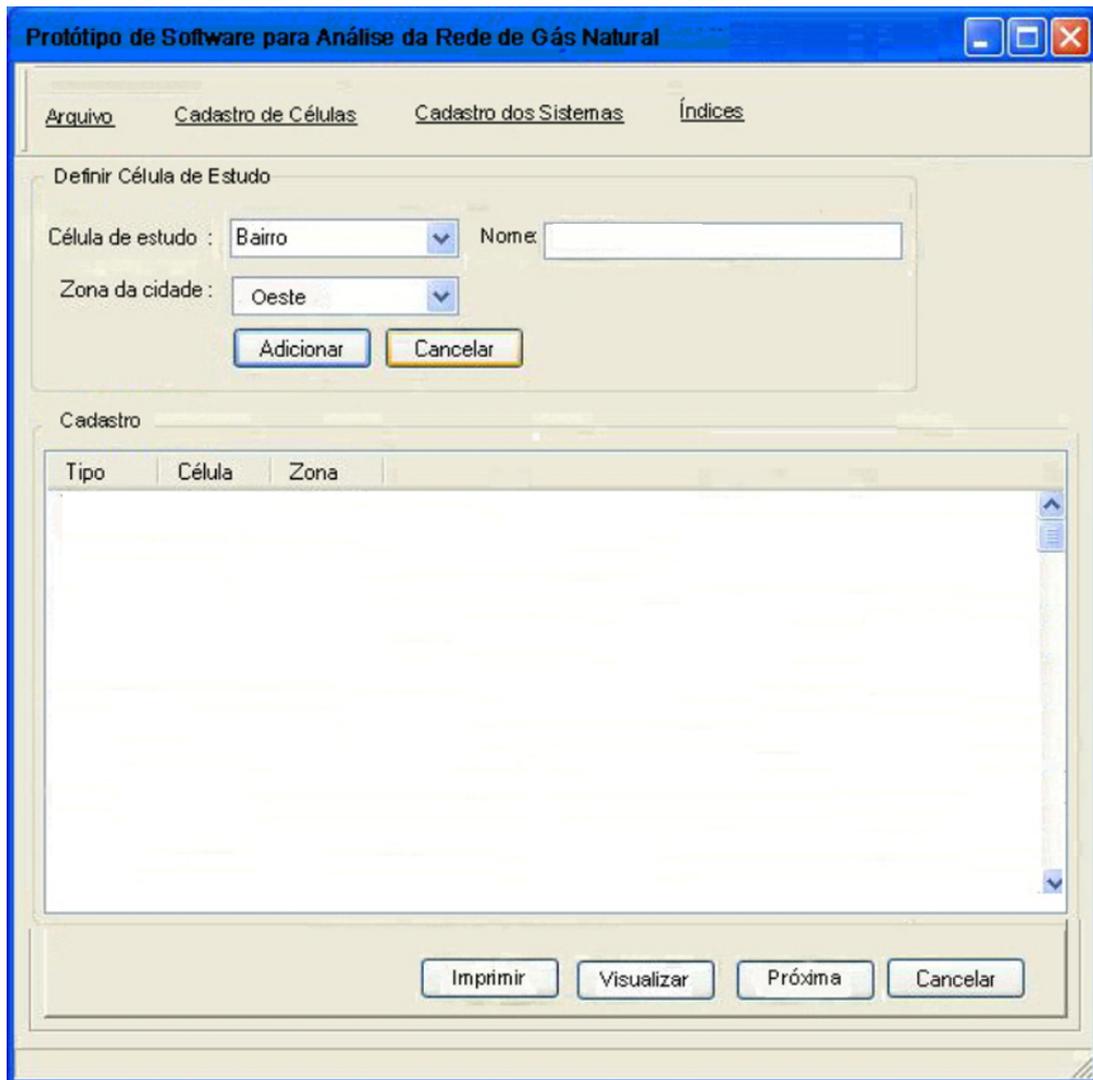


Figura 5.2. Tela para Cadastro da Célula de Estudo.

5.2.2. A inserção dos valores e a composição dos bancos de dados

Preparar 4 bancos de dados, para a elaboração do arquivo que relaciona as células de estudo com os parâmetros que os compõem. Cada parâmetro deve ser subdividido em 5 usos do solo: Residencial, Comercial, Serviços, Industrial e Agropecuário, visando 2 objetivos:

- Nem todos os parâmetros são igualmente relevantes para o desenvolvimento de cada categoria de ocupação do solo ¹¹¹.
- A separação em categorias de ocupação facilita a relação com as faixas tarifárias das Concessionárias de Gás Natural canalizado, que são cobradas de acordo com o uso do solo.

O Banco de Dados 1: Indicadores de Qualidade de Vida (SII)

¹¹¹ Vide explicação às páginas 71 e 72 do Capítulo 3 sobre a relação entre parâmetros e categorias de ocupação do solo.

O Sistema 1 (SI1) agrupa indicadores sobre qualidade de vida, que são compreendidos neste trabalho como necessariamente antecessores à rede de GN (figura 5.3.).

Protótipo de Software para Análise da Rede de Gás Natural

Arquivo Cadastro de Células Cadastro dos Sistemas Índices

Cadastro de Indicadores

Qualidade de Vida | Planejamento Urbano | Projeção de Consumo de Gás Natural | Sistema Canalizado

Cadastro de Indicadores de Qualidade de Vida

	Residencial	Comercial	Serviços	Industrial	Agropecuário
Índice de desenvolvimento humano :	<input type="text"/>				
Índice de exclusão social :	<input type="text"/>				
Atendimento por rede de abastecimento de água :	<input type="text"/>				
Atendimento por rede de coleta de esgoto :	<input type="text"/>				
Atendimento por iluminação pública :	<input type="text"/>				

Nome:

Figura 5.3. A tela para inserção de valores no Sistema Qualidade de Vida.

Nas lacunas, devem ser inseridos os valores para cada parâmetro em função do nome da célula de estudo, que são modificadas à medida que as lacunas são preenchidas e o usuário clica em “Adicionar”, de forma que sempre é possível visualizar o nome do (bairro, distrito) que está sendo preenchido. Após a inserção de todos os valores para toda a lista de nomes armazenada, o usuário deve salvar em “Arquivo” podendo imprimir o conteúdo digitado.

Conforme já mencionado no Capítulo 3, os valores sempre serão coincidentes em todos os parâmetros e em todos os usos do solo, salvo para os usos industrial e agropecuário, que não tem vínculo de dependência com nenhum dos parâmetros do sistema qualidade de vida. No caso da célula de estudo ser a unidade, deve ser inserido valores que correspondam à característica vigente no entorno do imóvel.

Ao final da lista de nomes, ao clicar em “adicionar” nada aparecerá, e o usuário poderá salvar os valores inseridos nesse grupo e também imprimí-los.

O Banco de Dados 2 : Indicadores de Planejamento Urbano

No Sistema 2 são estudados indicadores de planejamento urbano que tem estreita ligação com o Plano Diretor das cidades. A figura 5.4. representa a tela idealizada para inserção a armazenamento dos valores do sistema 2.

Protótipo de Software para Análise da Rede de Gás Natural

Arquivo Cadastro de Células Cadastro dos Sistemas Índices

Cadastro de Indicadores

Qualidade de Vida Planejamento Urbano Projeção de Consumo de Gás Natural Sistema Canalizado

Cadastro de Indicadores de Planejamento Urbano

	Residencial	Comercial	Serviços	Industrial	Agropecuário
Uso do solo :	<input type="text"/>				
Zoneamento :	<input type="text"/>				
Desenvolvimento Urbano :	<input type="text"/>				
Taxa de urbanização :	<input type="text"/>				
Lançamentos imobiliários :	<input type="text"/>				

Nome:

Figura 5.4. A tela para inserção de valores no Sistema Planejamento Urbano.

Neste sistema existe um diferencial, representado por dois parâmetros qualitativos (desenvolvimento urbano e zoneamento), que já são inseridos no programa em forma de pesos (de 1 a 9 ou de 1 a 5), conforme faixas descritas à página 152 (tabela 5.1).

Os parâmetros, taxa de urbanização, desenvolvimento urbano e zoneamento se repetem em todas as categorias de ocupação do solo, salvo para os usos industrial e

agropecuário que dos 3 fatores, apenas utiliza o zoneamento. O parâmetro usos do solo tem valores independentes para cada categoria, assim como lançamentos imobiliários são independentes e só devem ser inseridos para residências e prestação de serviços.

Se a célula de estudo selecionada for a “unidade” a característica para preenchimento dos valores que deve ser levada em conta é a do entorno do imóvel.

Da mesma forma que no primeiro grupo de dados, o nome da célula de estudo sempre aparecerá no rodapé da tela, sendo modificada a cada inserção de valores finalizada com um clique na célula “Adicionar”, funcionando como um lembrete da área que está sendo preenchida. Para transformação de todos os parâmetros à mesma unidade, clicar em “Conversão”.

Ao final da lista de nomes, ao clicar em adicionar nada aparecerá e o usuário poderá salvar os valores inseridos nesse grupo e também imprimir-los. Clicando em “Cadastro de Sistemas” e em seguida “Projeção de Consumo de GN”, abrindo assim a próxima tela.

O Banco de Dados 3 : Indicadores de Projeção de Consumo de Gás Natural

Para o Sistema 3 é organizada a projeção de consumo de gás natural por meio de fatores que indicam concentração populacional, de renda e de domicílios e estabelecimentos produtivos em níveis de detalhamento conforme a disponibilidade de informações desejada pelo usuário do modelo definida à página 93 do Capítulo 3 e exemplificada na figura 3.3.

Este método combina informações sobre consumo de energia e planejamento urbano. Para o último nível (nível 5), o modelo exige a caracterização amostral de indústrias, comércio, serviços e residências, para um levantamento minucioso de dados físicos do imóvel, do consumo de outras fontes de energia e do número de equipamentos que podem ser convertidos ao gás natural. Porém o modelo prevê também a projeção de consumo indireta baseada nas características de uso e ocupação do solo expressas pela hipótese de que, quanto maior o número de domicílios, estabelecimentos comerciais/prestação de serviços e instalações industriais alocadas na célula em estudo, maior é a atratividade de implantação da rede canalizada de gás natural. Neste caso sugere-se a inserção pelo usuário de um peso extra (vide figura 5.5) que é multiplicado ao valor já digitado em função do número de unidades, para diferenciar os ramos de atividade que são mais propícios à utilização do gás natural ou que por outros motivos são mais atraentes para a concessionária.

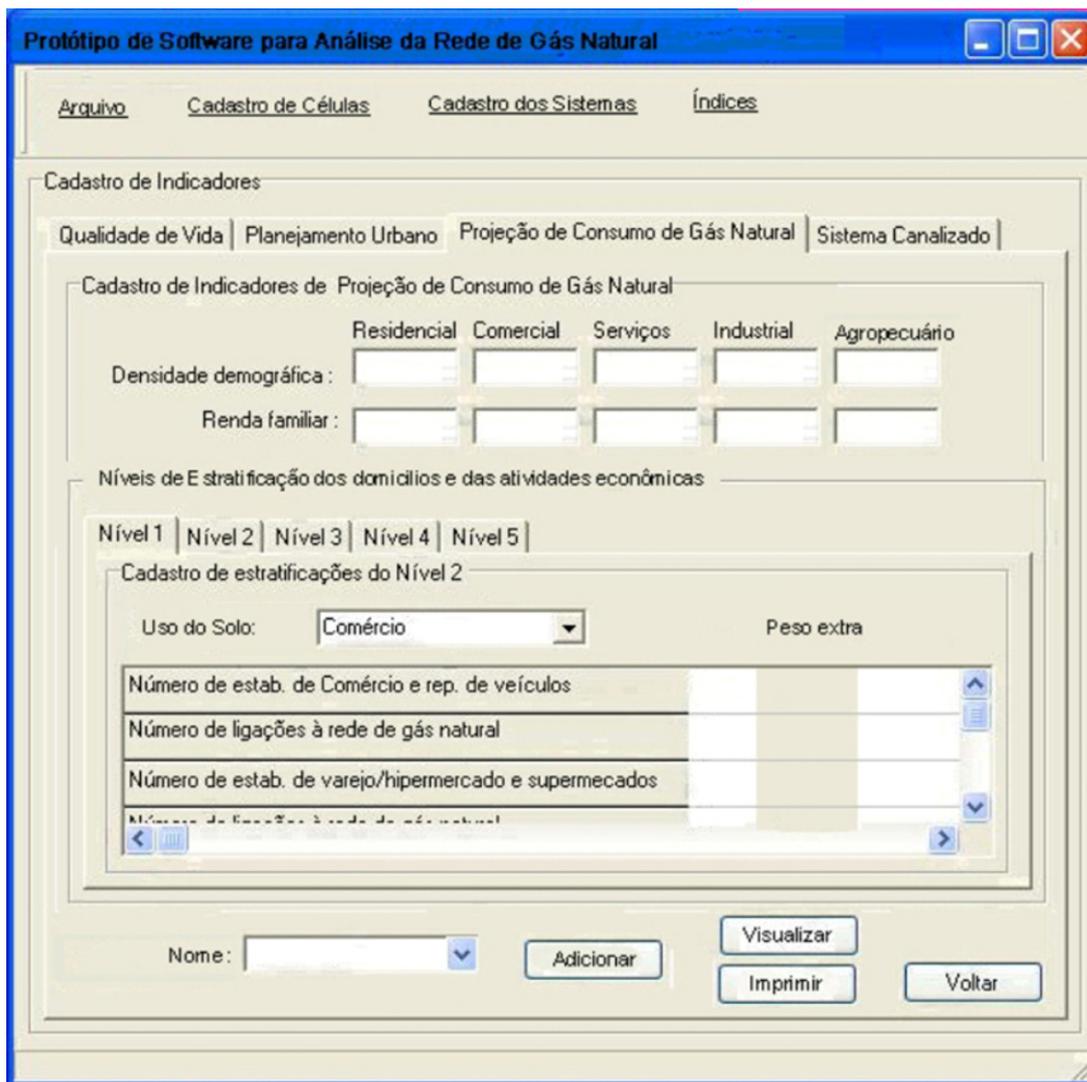


Figura 5.5. A tela para inserção de valores no Sistema Projeção de Consumo de GN – Nível de Estratificação 2 para o Uso Comércio.

Verifica-se ainda na figura 5.5, que para cada número de unidades há um correspondente em “número de ligações à rede de gás natural” que só deve ser preenchido no caso de estudos de adensamento (células de estudo que já possuem a rede, mas podem aumentar seu uso), que será detalhado mais a frente ainda neste Capítulo.

Os parâmetros densidade demográfica e renda são utilizados e repetidos para os usos residencial, comercial e serviços, não incidindo sobre os usos industrial e agropecuário. Já a estratificação tem valor independente para cada tipo de ocupação do solo

Propõe-se que a utilização do programa sempre seja a mais precisa, ou seja, utilizando o nível 5 que necessita de verificação in loco de cada unidade segundo amostragem. Neste caso, a entrada dessas características faz um “looping” dentro do programa, ou seja, se repete tantas vezes quantas forem as unidades amostrais digitadas, sempre relacionadas ao grau de

estratificação anterior (o nível 4). Caso não haja informações suficientes os graus iniciais também determinam o índice de atratividade, mas com menor precisão, já que não trabalham diretamente com projeção de consumo de energia.

Assim recomenda-se que o usuário acesse o programa no nível da pesquisa in loco, trabalhando com informações sobre consumo de energia, equipamentos e características do setor, verificando se possui os dados questionados. Em caso negativo, passa automaticamente para o nível acima onde é exigido menor detalhamento dos dados e assim sucessivamente até chegar ao nível 1 onde basta informar para a área de estudo:

- A área territorial pra o uso agropecuário (se na célula de estudo houver esse uso);
- O número de instalações industriais;
- O número de estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços;
- O número de domicílios.

Porém, da mesma forma que recomenda-se escolher e trabalhar com um único tipo de célula de estudo, aqui também, é sugerida a seleção de único nível de estratificação em cada uso do solo. A mistura entre diferentes níveis em diferentes ocupações do solo pode ocorrer, (lembrando que isso muda o grau de precisão entre os usos).

A figura 5.6 mostra a inserção de informações no Nível 5 de estratificação para o uso comércio no setor de supermercados visando o estudo sobre o consumo de outras energias que podem ser convertidas ao gás natural.

Para tal, sugere-se a inserção de uma porcentagem de conversão representada na tela pela coluna acima por: “Aplicar a % de Conversão para GN”, que usa como fórmula a multiplicação do consumo de vários tipos de energia por uma porcentagem estimada de conversão¹¹² resultando no armazenamento para as várias entradas de valores de consumo para o GN sempre em metros cúbicos, portanto antes de digitar o valor de consumo de cada fonte de energia, é necessária a conversão de sua unidade original em m³ conforme o anexo 12.

¹¹² A porcentagem estimada foi abordada no Capítulo 3.

Figura 5.6. Exemplo da Inserção de Valores no Nível 5 de Estratificação para o Uso Comercio.

Por exemplo, para o distrito do Sacomã, existem 16 supermercados segundo levantamento da SEMPLA (2006). Se todos forem visitados para a coleta in loco de consumo de outras energias, todas as linhas da lista referentes à outras fontes de energia, deverão se repetir 16 vezes, sendo armazenadas de maneira individual permitindo ao usuário a verificação do consumo estimado por nome do supermercado ao de forma global, solicitando o volume estimado para consumo de GN para a categoria “comércio” de ocupação do solo, que incluirá além dos supermercados, outros estabelecimentos agrupados pelo IBGE nesse setor (conforme abordado o Capítulo 3).

A verificação em volume é importante, pois permite o cálculo do retorno por tarifas (receita bruta) e o cálculo do índice de adensamento com maior exatidão como será demonstrado adiante. Porém, para o cálculo do índice de atratividade os volumes são somados

por categoria de ocupação e seus respectivos setores, sendo convertidos em peso, para permitir sua comparação com os outros bancos de dados¹¹³.

A cada inserção de valores, a tecla “Adicionar” permite a nova inserção, bem como a mudança de setor através da seleção na lista “Descrição” que armazena todos os setores referentes ao nível de estratificação desejado. Ao final, o usuário deve salvar o banco de dados podendo imprimi-lo e passar para o grupo clicando em “Sistema Canalizado”.

O Banco de Dados 4: Sistema Canalizado (Obra Civil)

O Sistema 4 apresenta parâmetros que indiretamente representam indicadores de custo da obra civil.

	Residencial	Comercial	Serviços	Industrial	Agropecuário
Distância da área servida:	<input type="text"/>				
Extensão da(s) via(s):	<input type="text"/>				
Densidade Construída:	<input type="text"/>				
Tráfego:	<input type="text"/>				

Figura 5.7. A tela para inserção de valores no Sistema Obra Civil.

¹¹³ A tabela de estratificação convertida em pesos para cada um dos três estudos de caso é apresentada no anexo I.

Visa apontar as distâncias à percorrer para servir as células de estudo, a necessidade de ramificar a rede, tornando sua implantação mais onerosa (caso das concentrações de densidade construída residencial, comercial e serviços) ou não (como por exemplo, na predominância da densidade construída industrial) e também a reunião de vias de grande tráfego onde o serviço de implantação deve ser mais rápido.

A figura 5.7, mostra a tela concebida para a digitação desse banco de dados, que funciona de forma similar ao cadastro para qualidade de vida e planejamento urbano, permitindo seu armazenamento, visualização e impressão.

Como nos 2 primeiros arquivos, a inserção de valores é bastante simples. Os parâmetros extensão das vias, distância e incidência de grande tráfego são os mesmos para as categorias residencial, comercial e serviços, incidindo na categoria industrial apenas a distância do último ponto já servido. Já os valores das densidades construídas devem ser considerados em todos os usos sendo independentes para cada um deles. No uso agropecuário recomenda-se considerar apenas o fator distância.

Quando a célula de estudo escolhida for a unidade prevalece a característica do seu entorno. A independência entre os 4 bancos de dados permite ao usuário o não preenchimento de todos os bancos de dados conforme seu interesse (ou desinteresse) por determinada abordagem.

Preenchidos os bancos de dados, estes serão transformados em “sistemas de informação” através da atribuição de “pesos” aos valores digitados clicando no Ícone “Índices” descrito no próximo item.

5.2.3. A Determinação do Índice de Atratividade e o Ranking das Células de Estudo

O índice de atratividade é utilizado para a análise de locais onde a rede de gás natural inexistente.

A base de cálculo do Índice de Atratividade é fundamentada na conversão dos valores digitados em escala. No Capítulo 4 à página 121, foi descrita a forma manual utilizada para determinação das 5 faixas de intervalos que permitiram a atribuição da escala de hierarquização proposta por SAATY (1991). Aqui é proposta a criação automática das faixas usando o mesmo conceito, através da identificação do menor e do maior valor inserido para cada parâmetro no conjunto de nomes digitado e na aplicação das expressões 7 e 8 (página 121), lembrando que cada parâmetro é uma grandeza diferente exigindo o levantamento individual dos valores extremos para a composição dos 5 intervalos. Da mesma forma que na comparação par a par utilizada no programa Decision Lens, existe ainda a necessidade de

mais uma linearização entre as diferentes unidades e grandezas dos parâmetros (a transformação em % usando regra de três simples), antes da atribuição da escala.

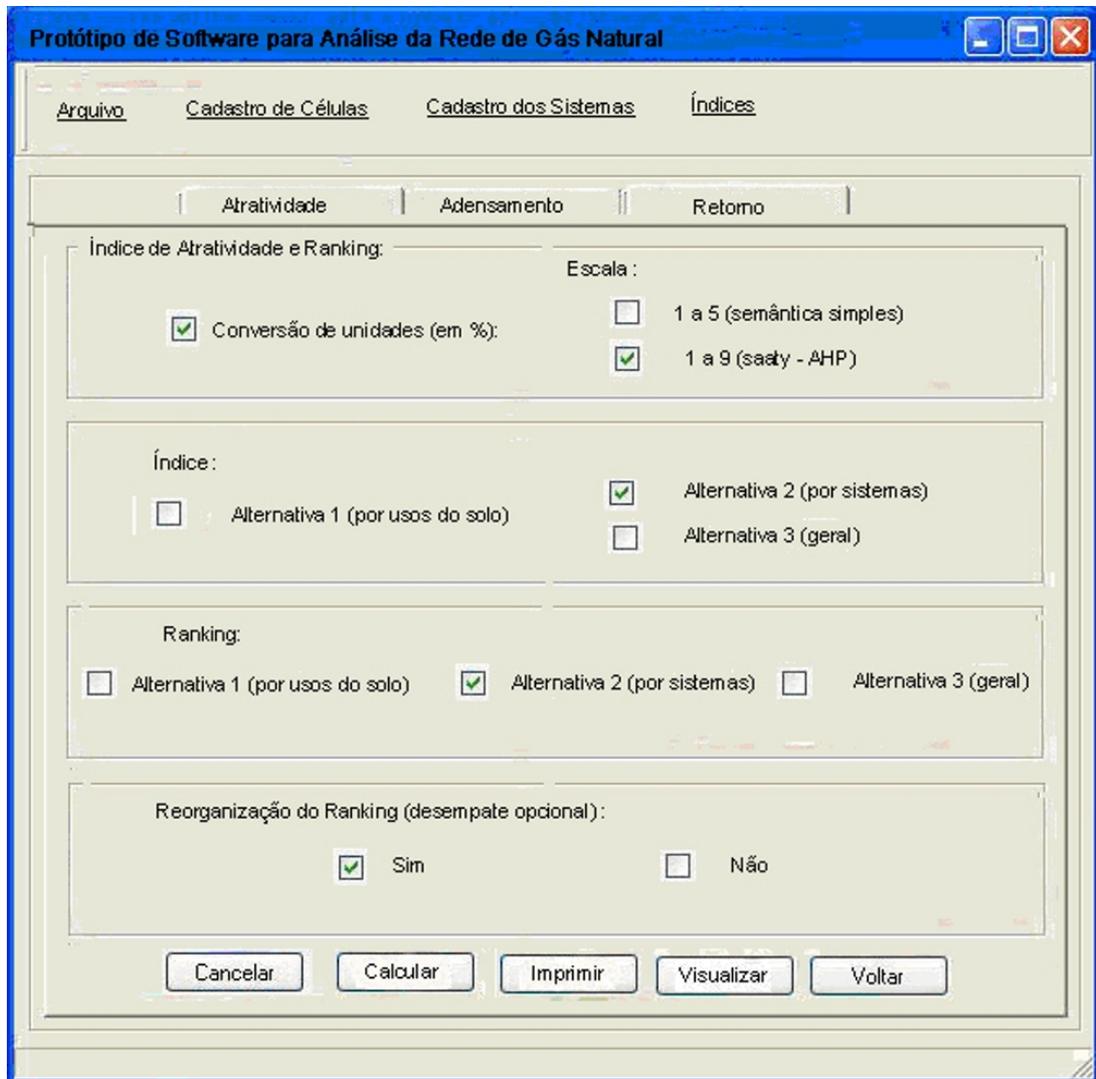


Figura 5.8. Tela para conversão dos bancos de dados em sistemas de informação para o cálculo do Índice de Atratividade à expansão da rede de GN.

A figura 5.8, mostra a tela onde os bancos de dados são convertidos na mesma unidade (em %) e em seguida, também em pesos. É possível a escolha entre 2 diferentes tipo de escala, a de SAATY (1991), usada nos testes apresentados neste trabalho e a semântica simples (ALLEN, 1980), usada nos primeiros testes apresentados em artigos para divulgação do trabalho.

Pretende-se que, ao clicar uma das duas opções de escala, todos os parâmetros digitados passem por uma verificação de máximos e mínimos e sejam individualmente encaixados nas 5 faixas que representam os 5 pesos da escalas Saaty:

Faixa 1 Peso 1 Faixa 2 Peso 3 Faixa 3 Peso 5 Faixa 4 Peso 7 Faixa 5 Peso 9

Semântica Simples:

Faixa 1- Peso 1 Faixa 2- Peso 2 Faixa 3- Peso 3 Faixa 4- Peso 4 Faixa 5- Peso5.

Como já mencionado, apenas os parâmetros do banco de dados 2 (indicadores de planejamento urbano): Zoneamento e Desenvolvimento Urbano por serem qualitativos, entram no banco de dados com descrição teórica e devem ser convertidos através da associação dessa descrição com a escala de hierarquização.

Assim, pretende-se que o usuário salve essa conversão em pesos e tenha a possibilidade de imprimir os bancos expressos por parâmetros e já convertidos, desde que ainda não tenha clicado o ícone “Índice” que imediatamente passa a uma nova etapa e descarta a visualização dos 4 bancos de dados separados por parâmetros, permitindo quando já selecionada a alternativa de índice, somente a visualização e impressão da lista de três formas:

- **Alternativa 1:** calcular 4 índices referentes a cada sistema de informação segundo a soma seguida de média ponderada de pesos dos seguintes parâmetros:

Índice de Atratividade para Indicadores de Qualidade de Vida (IQV)

$$SI1 = \left[IEX_{i,1} \quad IDH_{i,2} \quad AAA_{i,3} \quad ACE_{i,4} \quad AIP_{i,5} \right]$$

Com i = número de células inseridas.

IQV = {(IEX +IDH +AAA +ACE +AIP) residencial + (IEX+IDH+AAA+ACE+AIP) comercial + (IEX +IDH+AAA+AEC+AIP) serviços} / número de parâmetros efetivamente digitado

(lembrando que para os 3 usos do solo os valores dos parâmetros ao iguais, os usos industrial e agropecuário não são afetados por esses indicadores).

Índice de Atratividade para Indicadores de Planejamento Urbano (IPU)

$$SI2 = \left[US_{res\ i,1} \quad US_{com\ i,2} \quad US_{serv\ i,3} \quad US_{ind\ i,4} \quad US_{agro\ i,5} \quad DU_{i,6} \quad Z_{i,7} \quad LI_{res\ i,8} \quad LI_{serv\ i,9} \quad TU_{i,10} \right]$$

Com i = número de células inseridas.

IPU = {(US+Z+DU+TU+LI) residencial + (US+Z+DU+TU) comercial + (US+Z+DU+TU+LI) serviços + (US+Z) industrial} + (US) agropecuário} / número de parâmetros efetivamente digitado

(lembrando que somente para os parâmetros zoneamento, desenvolvimento urbano e taxa de urbanização os valores são iguais para qualquer que seja o uso do solo).

Índice de Atratividade para Indicadores de Projeção de Consumo de Gás Natural (IPC)

$$SI3 = \left[DD_{i,1} \quad RF_{i,2} \quad E_{res\ i,3} \quad E_{com\ i,4} \quad E_{serv\ i,5} \quad E_{ind\ i,6} \right]$$

Com i = número de células inseridas.

$IPC = \{(DD+RF+Estratificação)_{residencial} + (DD+RF+Estratificação)_{comercial} + (DD+RF+Estratificação)_{serviços} + (Estratificação_{industrial})\} / \text{número de parâmetros efetivamente digitado}$

(lembrando que os parâmetros densidade demográfica e renda familiar são iguais para todos os usos do solo e que a estratificação depende do nível de detalhamento selecionado pelo usuário de acordo com a descrição referente às telas representadas pelas figuras 5.6 e 5.7, sendo que ao final pode ser apenas transformada em peso e somada tornando-se apenas 4 diferentes entradas para estratificação de acordo com cada uma das 4 categorias de ocupação do solo e por isso totalizando apenas 10 parâmetros).

Índice de Atratividade para Indicadores do Sistema Canalizado (Obra Civil) (ISC)

$$SI4 = \left[D_{i,1} \quad E_{i,2} \quad T_{i,3} \quad DC_{res\ i,4} \quad DC_{com\ i,5} \quad DC_{serv\ i,6} \quad DC_{ind\ i,7} \right]$$

Com i = número de células inseridas.

$ISC = \{(E+D+T+DC)_{residencial} + (E+D+T+DC)_{comercio} + (E+D+T+DC)_{serviços} + (D+DC)_{industrial} + (D+E)_{agropecuário}\} / \text{número de parâmetros efetivamente digitado}$

(lembrando que os parâmetros extensão das vias, distância e incidência de tráfego são iguais para todos os usos do solo).

Cabe esclarecer que o motivo da repetição de valores dos parâmetros nos 5 tipos de uso do solo, mesmo que não sejam diferentes, se deve ao fato de facilitar o cálculo do Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação do Solo¹¹⁴.

Para que não haja sobreposição (repetição) de valores é proposta a média expressa pela divisão pelo número de parâmetros envolvidos na soma, ou seja, aqueles parâmetros efetivamente digitados, já que o programa deve permitir que o usuário só preencha os campos de parâmetros que lhe interessar e na maioria dos casos eminentemente urbanos o uso

¹¹⁴ Poderia ter-se optado também, por não dividir a expressão por usos do solo e assim não repetir parâmetros de valor igual. Por exemplo, se todos os parâmetros para qualidade de vida são iguais nos usos residencial, comercial e prestação de serviços, a expressão para "IQV" poderia ser resumida em: $IQV = (IDH+IEX+AAA+ACE+AIP) / 5$. Porém concluiu-se se mais fácil o entendimento do algoritmo através da demonstração do cálculo da atratividade já dividida em categorias de ocupação

agropecuário por exemplo, sempre ficará em branco, sem que isso crie problemas na execução do software).

• **Alternativa 2:** calcular 5 índices referentes a cada uso do solo (mix dos sistemas de informação segundo a soma seguida de média ponderada de pesos por sistemas) dos seguintes parâmetros agrupados por usos do solo, assim selecionando de cada sistema a parcela correspondente à cada um dos 5 usos:

Índice de Atratividade para a Ocupação Residencial (IR)

$$IR = \{(IQVres)+(IPUres)+(IPCres)+(ISCres)\} / 4 \text{ sistemas de informação}$$

Índice de Atratividade para a Ocupação Comercial (IC)

$$IC = \{(IQVcom)+(IPUcom)+(IPCCom)+(ISCcom)\} / 4 \text{ sistemas de informação}$$

Índice de Atratividade para a Ocupação Prestação de Serviços (IS)

$$IS = \{(IQVserv)+(IPUserv)+(IPCserv)+(ISCserv)\} / 4 \text{ sistemas de informação}$$

Índice de Atratividade para a Ocupação Industrial (II)

$$II = \{(IPUind)+(IPCind)+(ISCind)\} / 3 \text{ sistemas de informação}$$

(lembrando que no IQV nenhum parâmetro é considerado para o uso industrial).

E quando houver,

Índice de Atratividade para a Ocupação Agropecuária (IA)

$$IA = \{(IPUagro)+(IPCagro)+(ISCagro)\} / 3 \text{ sistemas de informação}$$

(lembrando que no IQV nenhum parâmetro é considerado para o uso agropecuário).

• **Alternativa 3:** Índice de Atratividade Geral (soma dos índices por sistemas de informação)

$$IG = (IQV + IPU + IPC + ISC) / 4$$

Ainda na figura 5.8, nota-se que é possível selecionar a opção de ranking, ou seja, classificação em escala ordinal pela ordem decrescente dos índices de atratividade calculados conforme as somas e médias obtidas, associando as posições às células de estudo (unidade, quarteirão, bairro) e às zonas da cidade (descritas na figura 5.2). O 1º lugar será do distrito que tiver a maior soma e assim, sucessivamente.

Ressalta-se a relação direta entre o tipo de índice calculado e o tipo de Ranking possível, ou seja, se a escolha para índice foi por sistemas de informação, o ranking também será por sistemas. Porém, tendo em vista a possibilidade de que a mesma célula de estudo

apareça em diferentes posições em cada um dos rankings, o modelo deve permitir o desempate através da organização dos fatores que notadamente têm maior influência no retorno do investimento ou de acordo com o interesse do usuário. (MASSARA *et al*, 2006).

A figura 5.9, mostra a tela que propicia a escolha dos parâmetros possíveis para desempate, permitindo o uso simultâneo das 10 possibilidades ou de quantos se fizer necessário, desde que pertençam ao tipo de alternativa usada para determinação do índice e do ranking. O desempate por parâmetro é baseado na pesquisa de pesos de maior valor, (semelhante ao método do programa office – access).

A imagem mostra uma janela de software com o título "Protótipo de Software para Análise da Rede de Gás Natural". No topo, há uma barra de menu com as opções "Arquivo", "Cadastro de Células", "Cadastro dos Sistemas" e "Índices". Abaixo, há uma barra de ferramentas com os botões "Atratividade", "Adensamento" e "Retorno". O conteúdo principal da janela é um formulário intitulado "Reorganização dos Rankings - Desempate Opcional". O formulário contém o texto "Digite o nome do Parâmetro:" seguido por dez campos de entrada, organizados em duas colunas de cinco itens cada. Os itens são rotulados como "Primeiro Critério", "Segundo Critério", "Terceiro Critério", "Quarto Critério", "Quinto Critério" na primeira coluna, e "Sexto Critério", "Sétimo Critério", "Oitavo Critério", "Nono Critério", "Décimo Critério" na segunda coluna. Na base da janela, há uma barra de botões com as opções "Cancelar", "Calcular", "Imprimir", "Visualizar" e "Voltar".

Figura 5.9. Tela para desempate do ranking de atratividade à expansão da rede de GN.

O capítulo 4, mostrou para 3 diferentes áreas do Estado de São Paulo, que a maior influência sempre é devida aos parâmetros do Sistema Canalizado que remetem ao custo de implantação dos dutos seguida dos indicadores de projeção de consumo para o gás natural,

fornecendo uma diretriz inicial para seleção dos critérios de desempate. Contudo a escolha depende do enfoque de tomada de decisão do usuário do protótipo.

5.2.4. Testes para os Índices

Para efeito de verificação da coerência do ranking obtido pelo cálculo do Índice de Atratividade proposto pelo protótipo, será usado para comparação de resultados, o Programa Decision Lens (apresentado no Capítulo anterior).

Para determinação da influência de cada parâmetro no processo decisório para implantação da rede de gás natural, a inserção dos valores descrita à página 124, é invertida, ou seja, os parâmetros eram inseridos como critérios e sub-critérios, e as células de estudo (bairros, distritos e municípios) como participantes, resultando em porcentagens de importância para cada parâmetro. Desta vez, os parâmetros serão inseridos como participantes e as células de estudo como critérios, resultando em porcentagens de importância para os bairros, distritos ou municípios, que na verdade serão os rankings de atratividade. A ordem do ranking proposta pelo protótipo deve ser igual à ordem definida pela organização das porcentagens para cada célula de estudo, oriunda do método AHP (DECISION LENS, 2006). Para teste de precisão do modelo, foram elaborados estudos de 8 casos.

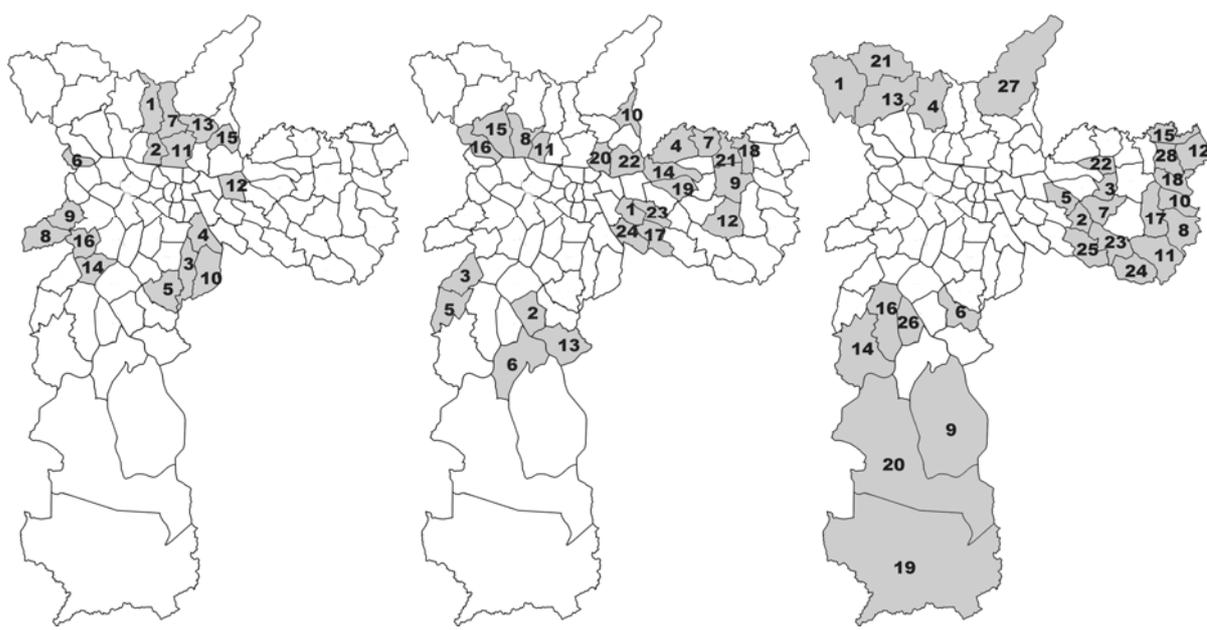
Para o teste do Índice de Atratividade:

- Teste 1: O Município de São Caetano do Sul dividido em bairros. Como a implantação é recente, foi considerado um só agrupamento (totaliza 15 bairros);



Figura 5.10. Localização dos bairros utilizados para os testes do modelo – Município de São Caetano do Sul. Nota: figura sem escala adaptada de PMSCS, 2006.

- Teste 2- Caso 1: O Município de São Paulo dividido em distritos. Usando a definição “distritos que possuem até 30% de seu território servido por rede de GN” (totaliza 16 distritos);
- Teste 3- Caso 2: O Município de São Paulo dividido em distritos. Usando a definição “distritos que possuem até 15% de seu território servido por rede de GN” (totaliza 24 distritos);
- Teste 4- Caso 3: O Município de São Paulo dividido em distritos. Usando a definição “distritos que não possuem rede de GN” (totaliza 28 distritos);



(a) Caso 1 (30% de rede) (b) Caso 2 (15% de rede) (c) Caso 3 (sem rede/rede pontual)

Figura 5.11. Localização dos distritos utilizados para os testes do modelo – Município de São Paulo. Nota: figura sem escala adaptada de SEMPLA, 2006.

Legenda: Caso 1

- 1-Cachoeirinha
- 2-Casa Verde
- 3-Cursino
- 4-Ipiranga
- 5-Jabaquara
- 6-Jaguará
- 7-Mandaqui
- 8-Raposo Tavares
- 9-Rio Pequeno
- 10-Sacomã
- 11-Santana
- 12-Tatuapé
- 13-Tucuruvi
- 14-Vila Andrade
- 15-Vila Medeiros
- 16-Vila Sônia

Legenda: Caso 2

- 1- Água Rasa
- 2- Campo Grande
- 3- Campo Limpo
- 4- Cangaíba
- 5- Capão Redondo
- 6- Cidade Dutra
- 7- E.Matarazzo
- 8- Freguesia do Ó
- 9- Itaquera
- 10- Jaçanã
- 11- Limão
- 12- Parque do Carmo
- 13- Pedreira
- 14- Penha
- 15- Pirituba
- 16- São Domingos
- 17- São Lucas
- 18- São Miguel
- 19- Vila Formosa
- 20- Vila Guilherme
- 21- Vila Jacuí
- 22- Vila Maria
- 23- Vila Matilde
- 24- Vila Prudente

Legenda: Caso 3

- 1- Anhanguera
- 2- Aricanduva
- 3- Artur Alvim
- 4-Brasilândia
- 5- Carrão
- 6- Cidade Ademar
- 7- Cidade Líder
- 8- Cid. Tiradentes
- 9- Grajaú
- 10- Guaianazes
- 11- Iguatemi
- 12- Itaim Paulista
- 13- Jaraguá
- 14- Jardim Ângela
- 15- Jardim Helena
- 16- Jardim São Luís
- 17- José Bonifácio
- 18- Lageado
- 19- Marsilac
- 20- Parelheiros
- 21- Perus
- 22- Ponte Rasa
- 23- São Mateus
- 24- São Rafael
- 25- Sapopemba
- 26- Socorro
- 27-Tremembé
- 28- Vila Curuçá

- Teste 5: A Região Administrativa de Araçatuba dividida em municípios. Como a implantação é recente, foi considerado um só agrupamento (totaliza 8 municípios).

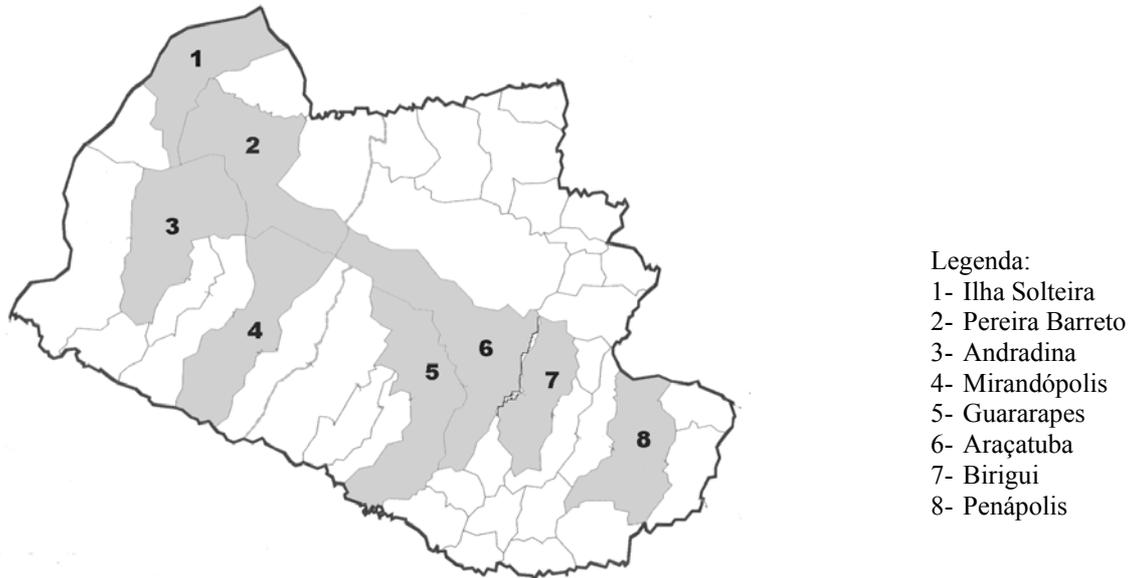


Figura 5.12. Localização dos municípios utilizados para os testes do modelo – Região Administrativa de Araçatuba.

Nota: figura sem escala adaptada de SEADE, 2007.

Para o teste do Índice de Adensamento:

- Teste 6: Dez Quarteirões da Rua Piauí (a de maior ocupação mista do solo) no Bairro Santa Paula, Município de São Caetano do Sul;
- Teste 7: Um prédio da Rua Piauí (de grande poder aquisitivo situado em quarteirão que já possui rede mas que continua a usar gás de botijão).

Para o teste do Retorno por Tarifa e faturamento:

- Teste 8: O Distrito do Morumbi no Município de São Paulo.

Nota: *A divisão em grupos foi estimada através do mapa da Comgás, dez, 2006.

Neste capítulo o teste de cálculo tem a função de validar o modelo, a análise dos rankings será objeto do Capítulo 6.

Teste 1: São Caetano do Sul (índice)

DISTRITOS	Zona da cidade	Índice de Atratividade por Sistemas de Informação								Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens %
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV %	IPU %	IPC %	ISC %	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires %	Icom %	Iserv %	Iind %		
Barcelona	leste	9,0	5,7	5,0	6,7	8,5	8,7	8,5	14,1	6,9	7,3	6,8	5,4	8,9	10,2	10,4	9,8	6,6	10,4
Boa Vista	sul	7,5	4,3	5,0	3,9	4,5	5,2	8,5	3,3	5,5	5,9	5,0	3,4	4,8	4,9	5,0	4,7	5,2	5,4
Centro	centro	9,0	6,1	5,7	5,3	8,5	10,0	9,3	6,4	6,0	7,1	7,1	4,6	6,0	9,3	11,0	6,7	6,5	8,9
Cerâmica	oeste	7,5	4,6	3,3	4,7	4,5	6,3	3,9	4,7	6,1	5,9	5,5	4,2	6,4	6,0	5,6	6,0	5,0	5,1 (*)
Fundação	norte	8,0	5,4	3,0	4,7	5,0	8,4	3,7	4,7	6,1	5,9	5,5	7,4	6,4	6,0	5,6	10,0	5,3	5,7
Mauá	sul	8,5	3,7	3,7	3,9	6,1	4,1	4,4	3,3	5,4	5,1	4,8	3,4	4,5	3,7	3,9	4,7	4,9	4,4
Nova Gerti	sul	8,0	5,2	5,3	3,9	5,0	7,6	9,2	3,3	6,0	6,5	5,8	3,4	6,0	6,5	5,9	4,7	5,6	6,2
Olímpico	centro	8,5	3,7	4,0	4,1	6,1	4,1	4,8	4,0	5,5	5,8	4,8	3,0	4,8	5,0	4,0	3,8	5,1	5,1 (*)
Oswaldo Cruz	centro	9,0	4,8	4,3	5,0	8,5	6,8	5	5,7	6,6	6,7	6,4	3,8	7,4	8,0	8,5	4,8	5,8	6,6
Prosperidade	norte	7,0	4,3	2,7	6,1	4,3	5,2	3,5	8,2	5,4	5,4	5,0	9,0	4,6	4,9	5,0	13	5,0	5,0
Santa Maria	leste	9,0	4,6	4,7	5,0	8,5	6,3	7	5,7	6,6	6,6	6,0	4,2	7,4	7,5	6,9	6,0	5,8	6,6
Santa Paula	centro	9,0	5,9	6,0	7,9	8,5	8,8	14,5	25,7	7,5	7,5	7,1	5,4	11,9	11,8	11,0	9,8	7,2	13,6
Santo Antônio	oeste	9,0	5,4	4,7	5,0	8,5	8,4	7,0	5,7	7,1	6,6	6,1	4,2	9,7	7,5	7,7	6,0	6,0	7,8
São Caetano	sul	9,0	3,4	3,0	1,0	8,5	3,8	3,7	1,1	5,1	4,3	4,1	1,0	4,6	3,3	3,6	3,0	4,1	3,5
São José	oeste	8,0	4,6	4,7	4,4	5,0	6,3	7	4,1	6,4	6,2	5,6	4,6	6,6	5,6	6,1	6,7	5,4	5,7

Tabela 5.2. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Caetano do Sul). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Ranking de Atratividade por Sistemas de Informação								Ranking de Atratividade por Categorias de Ocupação								Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires	Icom	Iserv	I ind		
Barcelona	leste	1°	3°	4°	2°	1°	3°	4°	2°	3°	2°	2°	3°	3°	2°	2°	3°	2°	2°
Boa Vista	sul	4°	8°	4°	9°	4°	8°	4°	9°	8°	8°	9°	7°	8°	10°	10°	7°	8°	8°
Centro	centro	1°	1°	2°	4°	1°	1°	2°	4°	7°	3°	1°	4°	7°	3°	1°	4°	3°	3°
Cerâmica	oeste	4°	7°	9°	6°	4°	7°	9°	6°	6°	8°	8°	5°	6°	8°	9°	5°	10°	9° (*)
Fundação	norte	3°	4°	10°	6°	3°	4°	10°	6°	6°	8°	8°	2°	6°	8°	9°	2°	7°	7°
Mauá	sul	2°	9°	8°	9°	2°	9°	8°	9°	9°	11°	10°	7°	9°	11°	11°	7°	11°	11°
Nova Gerti	sul	3°	5°	3°	9°	3°	5°	3°	9°	7°	6°	6°	7°	7°	6°	6°	7°	6°	6°
Olímpico	centro	2°	9°	7°	8°	2°	9°	7°	8°	8°	9°	11°	8°	8°	9°	11°	8°	9°	9° (*)
Oswaldo Cruz	centro	1°	6°	6°	5°	1°	6°	6°	5°	4°	4°	3°	6°	4°	4°	3°	6°	5°	5°
Prosperidade	norte	5°	8°	11°	3°	5°	8°	11°	3°	9°	10°	9°	1°	9°	10°	10°	1°	10°	10°
Santa Maria	leste	1°	7°	5°	5°	1°	7°	5°	5°	4°	5°	5°	5°	4°	5°	5°	5°	5°	5°
Santa Paula	centro	1°	2°	1°	1°	1°	2°	1°	1°	1°	1°	1°	3°	1°	1°	1°	3°	1°	1°
Santo Antônio	oeste	1°	4°	5°	5°	1°	4°	5°	5°	2°	5°	4°	5°	2°	5°	4°	5°	4°	4°
São Caetano	sul	1°	10°	10°	10°	1°	10°	10°	10°	10°	12°	11°	9°	10°	12°	12°	9°	12°	12°
São José	oeste	3°	7°	5°	7°	3°	7°	5°	7°	5°	7°	7°	4°	5°	7°	8°	4°	6°	6

Tabela 5.3. Teste de Cálculo dos Ranking de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Caetano do Sul). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

Teste 1: considerando todo o território da cidade de São Caetano do Sul, foram consideradas para o cálculo do Índice de Atratividade as seguintes hipóteses:

- Forma de Coleta de informações: Prefeitura, IBGE, SEADE e Pesquisa amostral;
- Célula de Estudo: bairros;
- Projeção de Consumo de gás natural: usando estratificação nível 1 para comércio, serviço e indústrias e nível 1 para residências;
- Peso Extra para ressaltar segmentos mais propícios ao uso do gás natural: 1,0 em todos os setores;
- Critério de Desempate dos Rankings: aplicado somente no capítulo 6 (página 200).

As tabelas 5.2 e 5.3 representam a simulação em excel do cálculo automático para as 3 alternativas de cálculo de atratividade à implantação da rede de GN, gerando 9 índices e seus respectivos rankings classificatórios.

A primeira verificação de coerência da modelagem proposta consiste na comparação entre o resultado do protótipo e aquele gerado pelo Decision Lens. Considerando a análise global para as 9 atribuições que geraram 135 resultados, houve 2 discordâncias, o que representa um valor de aproximadamente 2 %, já se consideramos apenas a análise geral para 15 resultados a porcentagem sobe para quase 20%.

A segunda verificação trata da comparação do mapa atual de atendimento da cidade por rede de gás (COMGÁS, 2006, 2007) e a classificação dos bairros pelo protótipo. Nesse caso é válida a análise geral bem como todos os outros rankings, com pequena diferença para a análise considerando parâmetros de qualidade de vida, que neste caso para as piores posições distorce o ranking comum à todas as análises, muito provavelmente, por ser um critério com menor variação no município, já que a condição das redes de infra-estrutura são satisfatórias e os índices IDH e IEX embora variantes entre bairros são considerados de primeiro nível quando a cidade é analisada como um todo (São Caetano do Sul é o primeiro lugar em IDH no Estado de São Paulo). Uma terceira verificação aborda a comparação entre dados da Concessionária para a continuidade da expansão da rede e o resultado do modelo. Como não foi obtido o detalhamento da expansão, essa verificação usou do subterfúgio de conferir a introdução da rede em “tempo real”, ou seja, in loco, e a resposta assim como na segunda verificação foi predominantemente coincidente com a realidade (salvo para a qualidade de vida, já analisada).

Para o estudo do Município de São Paulo, os 96 distritos foram agrupados segundo os diferentes estágios de implantação da rede de gás natural:

- Análise de Adensamento da rede existente;
- Análise de Atratividade à expansão da rede que já existe em alguma parte do distrito;
- Análise de Atratividade à implantação da rede que inexistente.

Um primeiro grupo que foi descartado para o estudo da atratividade, é constituído por 28 distritos que possuem toda extensão de seu território coberta pela rede. Essa cobertura se dá em diferentes fases do desenvolvimento urbano da cidade, conforme comentado no Capítulo 3 e apenas serve para o estudo de possibilidades de *adensamento* como é demonstrado adiante.

Um segundo agrupamento de distritos, que possui aproximadamente até 30% de seu território servido pela rede canalizada de GN, constituindo um caso de estudo para *atratividade à expansão* do serviço. Da mesma forma, um terceiro grupo, atendido em aproximadamente 15% de sua extensão ainda representando um caso de *atratividade à expansão* e um último caso reunindo distritos ainda não servidos e que constituem análise a *atratividade de implantação da rede*. Os três grupos de estudo consideram as seguintes hipóteses:

- Forma de Coleta de informações: Prefeitura, IBGE, SEADE, EMPLASA;
- Célula de Estudo: distritos;
- Projeção de Consumo de gás natural: usando estratificação nível 4 para comércio, serviço e indústrias e nível 1 para residências;
- Peso Extra¹¹⁵ para ressaltar segmentos mais propícios ao uso do gás natural:
 - Para domicílios: peso 1,0
 - Para comércio: supermercados e padarias - peso 3,0; postos de gasolina – peso 5,0;
 - Para serviços: centros empresariais, hospitais particulares, hotéis, flats e motéis – peso 5,0; para lavanderias – peso 3,0; para cabeleireiros e afins, clubes particulares e academias de ginástica – peso 2,0;
 - Para indústrias: papel, celulose e vidros – peso 5,0; bebidas, fiação, tecelagem e cerâmica – peso 3,0; farmacêuticos, plásticos e borrachas – peso 2,0.
- Critério de Desempate dos Rankings: aplicado somente no capítulo 6 (página 200).

¹¹⁵ Vide conceituação no Capítulo 3.

DISTRITOS	Zona da cidade	Índice de Atratividade por Sistemas de Informação								Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens %
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV %	IPU %	IPC %	ISC %	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires %	Icom %	Iserv %	Iind %		
Cachoeirinha	norte	4,6	4,3	2,3	3,9	3,5	4,4	4,3	5,2	5,4	5,0	4,6	3,0	5,2	5,2	4,5	5,2	3,8	4,0
Casa Verde	norte	6,6	5,9	3,0	6,4	6,2	7,5	5,5	8,9	5,6	6,4	6,2	4,6	5,7	6,8	7,0	6,8	7,0	7,4
Cursino	sul	7,8	5,2	2,3	4,7	8,0	5,9	4,3	6,4	6,5	6,3	5,9	4,2	7,1	6,7	6,6	6,3	6,2	6,2
Ipiranga	sul	7,4	5,7	5,7	5,6	7,3	6,6	9,6	7,5	6,1	6,8	6,2	6,6	6,6	7,7	7,5	9,2	7,8	8,0
Jabaquara	sul	5,4	5,9	6,0	6,1	4,1	7,5	10,6	8,3	6,3	5,6	5,7	6,2	6,8	6,0	6,3	8,7	7,6	7,8
Jaguara	norte	6,2	4,8	2,3	5	5,5	5,4	4,3	6,9	5,7	6,0	5,6	5,8	6,0	6,2	6,1	8,0	5,5	5,7
Mandaqui	norte	7,4	3,2	2,7	3,3	7,3	3,7	4,8	4,7	5,6	5,0	4,8	2,6	5,7	5,2	4,8	4,5	5,1	4,7
Raposo Tavares	oeste	5,4	5,7	2,3	1,6	4,1	6,6	4,3	3,3	4,4	4,9	4,6	2,6	4,0	5,0	4,5	4,5	4,6	4,2
Rio Pequeno	oeste	6,2	4,8	3,3	3	5,5	5,4	5,9	4,4	6,1	5,4	5,0	2,2	6,6	5,7	5,1	4	5,3	5,0
Sacomã	sul	5,0	4,8	3,7	3,3	3,8	5,4	6,6	4,7	5,2	4,9	4,6	4,6	5,0	5,0	4,5	6,8	5,1	4,7
Santana	norte	8,6	5,9	5,3	5,6	9,3	7,5	9,4	7,5	6,4	6,8	6,9	4,6	7,0	7,7	8,2	6,8	8,4	8,7
Tatuapé	leste	8,2	6,8	5,0	5,3	8,8	8,8	8,0	7,2	6,6	6,5	6,8	5,4	7,3	7,3	8,0	7,7	8,2	8,1
Tucuruvi	norte	7,8	4,8	4,0	4,4	8,0	5,4	7,2	6,0	6,6	6,3	6,1	3,4	7,3	6,7	7,2	5,6	6,7	6,8
Vila Andrade	sul	6,6	6,1	2,0	3,6	6,2	8,0	3,8	3,7	5,7	5,4	5,5	3,0	6,0	5,7	5,7	5,2	5,4	5,5
Vila Medeiros	norte	6,2	4,8	3,3	6,4	5,5	5,4	5,9	8,9	6,1	6,1	5,8	3,8	6,6	6,4	6,5	5,1	6,4	6,7 (*)
Vila Sônia	oeste	7,4	5,4	3,0	4,7	7,3	6,5	5,5	6,4	6,5	6,3	6,2	3,4	7,1	6,7	7,5	5,6	6,4	6,5 (*)

Tabela 5.4. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Paulo – Distritos com 30% de Rede já implantada). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Ranking de Atratividade por Sistemas de Informação								Ranking de Atratividade por Categorias de Ocupação								Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires	Icom	Iserv	I ind		
Cachoeirinha	norte	9°	8°	10°	8°	9°	8°	10°	8°	8°	9°	13°	9°	8°	9°	13°	9°	14°	15°
Casa Verde	norte	5°	3°	8°	1°	5°	3°	8°	1°	7°	3°	3°	5°	7°	3°	3°	5°	5°	5°
Cursino	sul	3°	6°	10°	6°	3°	6°	10°	6°	2°	4°	5°	6°	2°	4°	5°	6°	8°	9°
Ipiranga	sul	4°	4°	2°	3°	4°	4°	2°	3°	5°	1°	3°	1°	5°	1°	3°	1°	3°	3°
Jabaquara	sul	7°	3°	1°	2°	7°	3°	1°	2°	4°	7°	7°	2°	4°	7°	7°	2°	4°	4°
Jaguara	norte	6°	7°	10°	5°	6°	7°	10°	5°	6°	6°	8°	3°	6°	6°	8°	3°	9°	10°
Mandaqui	norte	4°	9°	9°	10°	4°	9°	9°	10°	7°	9°	11°	10°	7°	9°	11°	10°	12°	13°
Raposo Tavares	oeste	7°	4°	10°	12	7°	4°	10°	12	10°	10°	12°	10°	10°	10°	12°	10°	13°	14°
Rio Pequeno	oeste	6°	7	7°	11	6°	7	7°	11	5°	8°	10°	11°	5°	8°	10°	11°	11°	12°
Sacomã	sul	8°	7°	6°	10	8°	7°	6°	10	9°	10°	12°	5°	9°	10°	12°	5°	12°	13°
Santana	norte	1°	3°	3°	3°	1°	3°	3°	3°	3°	1°	1°	5°	3°	1°	1°	5°	1°	1°
Tatuapé	leste	2°	1°	4°	4°	2°	1°	4°	4°	1°	2°	2°	4°	1°	2°	2°	4°	2°	2°
Tucuruvi	norte	3°	7°	5°	7°	3°	7°	5°	7°	1°	4°	4°	8°	1°	4°	4°	8°	6°	6°
Vila Andrade	sul	5°	2°	11°	9	5°	2°	11°	9	6°	8°	9°	9°	6°	8°	9°	9°	10°	11°
Vila Medeiros	norte	6°	7°	7°	1°	6°	7°	7°	1°	5°	5°	6°	7°	5°	5°	6°	7°	7°	7°(*)
Vila Sônia	oeste	4°	5°	8°	6°	4°	5°	8°	6°	2°	4°	3°	8°	2°	4°	3°	8°	7°	8°(*)

Tabela 5.5. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Paulo – Distritos com 30% de Rede já implantada). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

Teste 2: As tabelas 5.4 e 5.5 traduzem o resultado do cálculo da atratividade e seus 9 rankings para os 16 distritos que estão melhor servidos no processo de expansão da rede.

Seguindo as 3 comparações visando a validação da modelagem do protótipo, o índice geral foi o único a novamente apresentar discordância em relação a primeira verificação (Decision Lens). Na verificação dos 16 distritos, foram localizadas 2 diferenças de classificação, sendo para a análise individual do ranking geral de 12,5% e na consideração global das 9 classificações, ou seja, 144 testes, de aproximadamente 1,4%.

Para a segunda e terceira verificações pode-se afirmar o mesmo que no caso 2, com grande coincidência entre rankings versus mapeamento e rankings versus plano de expansão resumido, destacando as zonas norte, leste e sudeste com as melhores classificadas, independentemente da abordagem do ranking.

Teste 3: As tabelas 5.6 e 5.7 representam a simulação em excel do cálculo automático para as 3 alternativas de cálculo de atratividade à implantação da rede de GN, usando como segundo estudo de caso, os distritos paulistanos servidos até 15% de sua área, gerando 9 índices e seus respectivos rankings classificatórios.

A primeira verificação corresponde à comparação do modelo com o Programa Decision Lens. Similarmente como em São Caetano os rankings foram coincidentes com exceção àquele oriundo do índice geral que apresenta 2 discordâncias em 24 distritos analisados para a análise individual e o mesmo número para as 216 avaliações considerando simultaneamente as 9 alternativas de classificação à atratividade, resultando respectivamente em discordâncias de aproximadamente 8 e 1%.

Cabe destacar que sendo maior o número de distritos avaliados e mantendo-se a coincidência de resultados para os rankings oriundos dos sistemas de informação e das categorias de ocupação do solo, o desempenho positivo do modelo se fortalece. A segunda verificação tem respaldo na comparação do mapeamento da rede existente com os rankings calculados o que novamente destaca como melhor classificados àqueles distritos com maior extensão de rede já instalada. Na terceira verificação, o plano de expansão resumido aponta as direções norte e leste da cidade como prioritárias, o que também coincide com os rankings do modelo. Em São Paulo, os parâmetros qualidade de vida que tinham menor importância em São Caetano (por serem todos 100% ou seja peso 9 e não constituírem empecilho à rede) ganham maior relevância.

DISTRITOS	Zona da cidade	Índice de Atratividade por Sistemas de Informação								Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV %	IPU %	IPC %	ISC %	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires %	Icom %	Iserv %	Iind %		
Água Rasa	leste	8,2	5,2	3,3	5,9	6,0	4,5	4,1	6,3	5,9	6,0	6,1	4,6	4,7	5,6	6,0	5,2	5,6	5,8
Campo Grande	sul	8,2	5,4	3,3	4,4	6,0	4,7	4,1	4,2	5,6	6,0	5,9	5,0	4,5	5,5	5,3	5,8	5,3	5,2
Campo Limpo	sul	5,0	4,1	4,0	3,9	2,8	3,7	4,9	3,7	5,5	4,9	4,8	2,2	4,3	3,4	3,6	2,1	4,2	3,3
Cangaíba	leste	6,2	4,3	2,3	3,6	3,9	3,9	3,2	3,4	5,6	5,1	4,9	2,6	4,5	3,8	4,0	2,9	4,1	3,3 (*)
Capão Redondo	sul	4,2	4,6	4,0	4,1	2,1	4,2	4,9	3,9	5,6	5,0	4,8	2,6	4,5	3,7	3,6	2,9	4,2	3,3 (*)
Cidade Dutra	sul	5,0	3,9	2,7	3,3	2,8	3,5	3,6	3,1	4,4	4,3	4,2	3,4	3,0	2,2	2,2	3,9	3,7	2,5
E.Matarazzo	leste	5,4	5,2	2,7	3,6	3,1	4,5	3,6	3,4	4,9	5,0	4,9	4,6	3,5	3,7	4,0	5,2	4,2	3,3
Freguesia do Ó	norte	7,4	4,3	4,3	3,9	5,4	3,9	5,4	3,7	5,6	5,3	5,1	2,6	4,5	3,9	4,4	2,9	5,0	4,8
Itaquera	leste	5,4	5,7	5,3	3,6	3,1	5,0	6,2	3,4	5,8	5,5	5,2	3,8	4,6	5,0	4,7	4,2	5,0	4,8
Jaçanã	norte	6,2	3,2	2,0	3,0	3,9	2,8	2,9	2,8	4,4	4,1	3,8	2,6	3,0	1,8	2,0	2,9	3,6	2,3
Limão	norte	7,0	4,8	2,7	5,3	4,7	4,4	3,6	5,1	5,1	5,4	5,2	5,8	4,0	4,4	4,7	6,8	4,9	4,5
Pq. do Carmo	leste	6,2	3,7	1,0	3,6	3,9	3,3	2,1	3,4	4,8	4,6	4,4	3,4	3,3	2,9	2,8	3,9	3,6	2,3
Pedreira	sul	3,4	3,4	1,7	3,3	1,3	3,0	2,8	3,1	4,1	3,6	3,5	2,6	2,8	1,1	1,5	2,9	3,0	1,7
Penha	leste	7,4	6,3	5,7	4,1	5,4	5,6	6,6	3,9	5,4	5,8	6,1	3,8	4,2	5,1	6,0	4,2	5,9	6,5
Pirituba	norte	6,2	2,8	4,0	4,4	3,9	2,4	4,9	4,2	5,1	4,8	4,5	3,4	4,0	3,2	3,1	3,9	4,4	3,7
São Domingos	norte	6,6	4,1	1,7	3,3	4,2	3,7	2,8	3,1	4,6	4,8	4,4	3,0	3,1	3,2	2,8	3,4	3,9	2,7
São Lucas	leste	7,0	4,8	2,7	5,3	4,7	4,4	2,6	5,1	6,1	5,8	5,5	4,2	4,8	5,1	5,1	4,5	4,9	4,5
São Miguel	leste	5,8	4,3	3,7	5,0	3,4	3,9	4,6	4,8	5,5	5,8	5,1	3,4	4,3	5,1	4,4	3,9	4,7	4,1
Vila Formosa	leste	8,2	4,8	4,0	5,6	6,0	4,4	4,9	6,0	6,4	6,4	5,9	3,0	7,0	5,9	5,3	3,4	5,6	5,8
Vila Guilherme	norte	8,2	5,9	2,3	5,0	6,0	5,2	3,2	4,8	5,0	6,0	5,6	4,2	4,0	5,5	5,2	4,5	5,3	5,2
Vila Jacuí	leste	5,0	4,1	3,0	4,7	2,8	3,7	3,9	4,5	5,6	5,4	4,9	3,8	4,5	4,4	4,0	4,2	4,2	3,3
Vila Maria	norte	6,6	6,6	4,7	5,3	4,2	6,0	5,6	5,1	5,0	6,0	5,9	6,2	3,7	5,5	5,3	7,1	5,8	6,2
Vila Matilde	leste	7,0	4,3	3,0	4,4	4,7	3,9	3,9	4,2	5,4	5,4	5,2	2,6	4,2	4,4	4,7	2,9	4,7	4,1
Vila Prudente	leste	7,8	6,1	4,7	5,0	5,7	5,4	5,6	4,8	6,2	6,1	5,9	5,4	5,0	5,6	5,3	6,4	5,9	6,8

Figura 5.6. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices – São Paulo – Distritos com 15% de Rede já implantada). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Ranking de Atratividade por Sistemas de Informação								Ranking de Atratividade por Categorias de Ocupação								Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires	Icom	Iserv	I ind		
Água Rasa	leste	1°	7°	7°	1°	1°	7°	7°	1°	4°	2°	1°	5°	4°	2°	1°	5°	3°	3°
Campo Grande	sul	1°	6°	7°	6°	1°	6°	7°	6°	6°	3°	2°	4°	6°	3°	2°	4°	4°	4°
Campo Limpo	sul	9°	11°	5°	8°	9°	11°	5°	8°	7°	10°	8°	11°	7°	10°	8°	11°	12°	12°
Cangaíba	leste	6°	10°	10°	9°	6°	10°	10°	9°	6°	8°	7°	10°	6°	8°	7°	10°	13°	13°(*)
Capão Redondo	sul	10°	9°	5°	7°	10°	9°	5°	7°	6°	9°	8°	10°	6°	9°	8°	10°	13°	14°(*)
Cidade Dutra	sul	9°	12°	9°	10°	9°	12°	9°	10°	14°	13°	11°	8°	14°	13°	11°	8°	16°	17°
E.Matarazzo	leste	8°	7°	9°	9°	8°	7°	9°	9°	11°	9°	7°	5°	11°	9°	7°	5°	11°	11°
Freguesia do Ó	norte	3°	10°	4°	8°	3°	10°	4°	8°	6°	7°	6°	10°	6°	7°	6°	10°	6°	6°
Itaquera	leste	8°	5°	2°	9°	8°	5°	2°	9°	5°	5°	5°	7°	5°	5°	5°	7°	8°	8°
Jaçanã	norte	6°	15°	11°	11°	6°	15°	11°	11°	14°	14°	12°	10°	14°	14°	12°	10°	15°	16°
Limão	norte	4°	8°	9°	3°	4°	8°	9°	3°	9°	6°	5°	2°	9°	6°	5°	2°	7°	7°
Pq. do Carmo	leste	6°	13°	13°	9°	6°	13°	13°	9°	12°	12°	10°	8°	12°	12°	10°	8°	17°	18°
Pedreira	sul	11°	14°	12°	10°	11°	14°	12°	10°	15°	15°	13°	10°	15°	15°	13°	10°	18°	19°
Penha	leste	3°	2°	1°	7°	3°	2°	1°	7°	8°	4°	1°	7°	8°	4°	1°	7°	1°	1°
Pirituba	norte	6°	16°	5°	6°	6°	16°	5°	6°	9°	11°	9°	8°	9°	11°	9°	8°	12°	12°
São Domingos	norte	5°	11°	12°	10°	5°	11°	12°	10°	13°	11°	10°	9°	13°	11°	10°	9°	14°	15°
São Lucas	leste	4°	8°	9°	3°	4°	8°	9°	3°	3°	4°	4°	6°	3°	4°	4°	6°	9°	9°
São Miguel	leste	7°	10°	6°	4°	7°	10°	6°	4°	7°	4°	6°	8°	7°	4°	6°	8°	9°	9°
Vila Formosa	leste	1°	8°	5°	2°	1°	8°	5°	2°	1°	1°	2°	9°	1°	1°	2°	9°	3°	3°
Vila Guilherme	norte	1°	4°	10°	4°	1°	4°	10°	4°	10°	3°	3°	6°	10°	3°	3°	6°	5°	5°
Vila Jacuí	leste	9°	11°	8°	5°	9°	11°	8°	5°	6°	6°	7°	7°	6°	6°	7°	7°	14°	15°
Vila Maria	norte	5°	1°	3°	3°	5°	1°	3°	3°	9°	3°	2°	1°	9°	3°	2°	1°	2°	2°
Vila Matilde	leste	4°	10°	8°	6°	4°	10°	8°	6°	8°	6°	5°	10°	8°	6°	5°	10°	10°	10°
Vila Prudente	leste	2°	3°	3°	4°	2°	3°	3°	4°	2°	2°	2°	3°	2°	2°	2°	3°	1°	1°

Figura 5.7. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – São Paulo – Distritos com 15% de Rede já implantada). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Índice de Atratividade por Sistemas de Informação								Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens %
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV %	IPU %	IPC %	ISC %	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires %	Icom %	Iserv %	Iind %		
Anhanguera	noroeste	3,4	2,8	1,0	3,3	1,8	1,5	0,9	1,9	3,1	3,1	3,1	2,2	0,8	1,9	2,0	3,1	2,6	2,0
Aricanduva	leste	9,0	6,3	5,0	7,0	8,5	6,7	5,0	8,1	7,8	7,3	7,5	5,0	7,6	6,6	6,8	5,2	6,8	10,0
Artur Alvim	leste	7,4	5,0	4,7	5,6	7,3	5,2	4,6	5,6	6,6	6,9	6,4	2,2	5,9	5,8	5,4	3,1	5,7	5,0
Brasilândia	norte	4,2	3,4	4,3	3,6	2,6	2,4	4,2	2,1	4,9	4,4	4,3	2,6	3,4	3,2	3,6	3,6	3,9	3,4
Carrão	leste	7,8	5,0	6,3	7,9	7,6	5,2	6,8	9,0	6,9	7,3	7,1	6,2	6,1	6,6	6,1	7,1	6,7	9,4
Cidade Ademar	sul	4,6	4,1	5,7	6,1	3,3	3,9	6,1	7,3	5,9	5,4	5,5	3,8	5,6	4,2	4,3	4,8	5,1	4,4
Cidade Líder	leste	5,8	4,6	3,3	5,6	5,9	4,6	3,2	5,6	5,6	5,9	5,6	2,2	5,1	4,7	4,4	3,1	4,8	4,3
Cid. Tiradentes	leste	3,4	3,2	3,3	3,3	1,8	1,9	3,2	1,9	4,4	3,9	3,9	1,8	2,2	2,7	2,8	2,7	3,3	2,5
Grajaú	sul	1,8	3,4	4,0	2,1	0,5	2,4	3,9	0,9	3,1	2,9	2,9	1,8	0,8	1,7	1,6	2,7	2,8	2,0 (*)
Guaianases	leste	5,0	4,6	3,3	4,1	3,9	4,6	3,2	2,9	5,2	5,4	4,9	1,8	4,3	4,2	3,9	2,7	4,3	3,5
Iguatemi	leste	3,4	3,4	2,3	3,0	1,8	2,4	2,0	1,6	4,2	3,8	3,7	1,0	2,1	2,6	2,6	1,9	3,0	2,2 (*)
Itaim Paulista	leste	4,6	4,8	5,0	3,0	3,3	4,9	5,0	1,6	5,2	5,5	4,9	1,8	4,3	3,3	3,9	2,7	4,3	3,5
Jaraguá	noroeste	4,2	5,4	3,3	2,7	2,6	5,9	3,2	1,4	4,6	5,0	4,8	2,6	2,8	3,8	3,8	3,6	3,9	3,4
Jardim Ângela	sul	3,0	4,8	3,3	3,3	1,3	4,9	3,2	1,9	4,5	4,3	3,9	2,2	2,4	2,1	2,8	3,1	3,6	2,9
Jardim Helena	leste	3,4	3,9	3,0	4,1	1,8	3,5	2,7	2,9	4,8	4,4	4,3	2,2	3,1	3,2	3,6	3,1	3,6	2,9
Jd. São Luís	sul	4,6	3,9	5,3	4,4	3,3	3,5	5,4	4,5	5,1	5,0	5,0	3,8	3,9	3,8	4,1	4,8	4,6	4,2
José Bonifácio	leste	3,4	3,7	2,3	3,6	1,8	3,1	2,0	2,1	4,2	3,9	3,6	1,8	2,1	2,7	2,4	2,7	3,2	2,4
Lajeado	leste	5,0	3,4	3,3	3,9	3,9	2,4	3,2	2,4	5,1	4,8	4,6	1,8	3,9	3,6	3,8	2,7	3,9	3,4
Marsilac	sul	1,0	1,9	1,0	2,7	0,3	0,4	0,9	1,4	2,2	1,8	1,7	1,0	0,4	0,6	0,5	1,9	1,7	1,6
Parelheiros	sul	1,8	1,9	1,7	3,0	0,5	0,4	1,4	1,6	2,2	2,1	2,2	2,6	0,4	0,9	0,9	3,6	2,1	1,7
Perus	noroeste	3,0	3,2	1,0	4,4	1,3	1,9	0,9	4,5	3,8	3,4	3,1	2,6	1,7	2,2	1,8	3,6	2,9	2,2(*)
Ponte Rasa	leste	7,4	4,8	3,7	5,6	7,3	4,9	3,6	5,6	6,6	6,4	6,4	3,0	5,9	5,2	5,2	4,1	5,4	5,0
São Mateus	leste	6,2	5,0	4,0	5,0	6,5	5,2	3,9	4,6	5,6	6,0	5,6	3,4	5,1	4,8	4,4	4,4	5,1	4,4
São Rafael	leste	3,4	3,4	2,7	3,6	1,8	2,4	2,5	2,1	4,5	4,0	3,9	1,4	2,4	2,8	2,8	2,3	3,3	2,7
Sapopemba	leste	5,4	4,1	6,7	5,6	4,5	3,9	7,2	5,6	6,3	6,1	5,7	2,2	5,7	4,9	4,6	3,1	5,4	5,0
Socorro	sul	7,0	4,8	4,7	5,3	7	4,9	4,6	4,8	5,2	6,0	5,6	7,8	4,3	4,8	4,4	8,5	5,4	5,0
Tremembé	norte	5,0	3,7	3,7	2,7	3,9	3,1	3,6	1,4	4,6	4,4	4,3	2,2	2,8	3,2	3,6	3,1	3,8	3,3
Vila Curuçá	leste	5,0	4,1	3,7	4,7	3,9	3,9	3,6	4,7	5,5	5,1	5,0	1,8	4,9	3,9	3,9	2,7	4,4	4,1

Figura 5.8. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens (Índices – São Paulo – Distritos sem Rede). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Ranking de Atratividade por Sistemas de Informação								Ranking de Atratividade por Categorias de Ocupação								Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC	Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires	Icom	Iserv	I ind		
Anhanguera	noroeste	11°	11°	15°	12°	11°	11°	15°	12°	17°	18°	15°	8°	17°	18°	15°	8°	18°	17°
Aricanduva	leste	1°	1°	5°	2°	1°	1°	5°	2°	1°	1°	1°	3°	1°	1°	1°	3°	1°	1°
Artur Alvim	leste	3°	3°	6°	4°	3°	3°	6°	4°	3°	2°	3°	8°	3°	2°	3°	8°	3°	3°
Brasilândia	norte	10°	9°	7°	11°	10°	9°	7°	11°	10°	12	11	7°	10°	12	11	7°	10°	10°
Carrão	leste	2°	3°	2°	1°	2°	3°	2°	1°	2°	1°	2°	2°	2°	1°	2°	2°	2°	2°
Cidade Ademar	sul	9°	6°	3°	3°	9°	6°	3°	3°	5°	8°	6°	4°	5°	8°	6°	4°	5°	5°
Cidade Líder	leste	6°	5°	10°	4°	6°	5°	10°	4°	6°	6°	5°	8°	6°	6°	5°	8°	6°	6°
Cid. Tiradentes	leste	11°	10°	10°	12°	11°	10°	10°	12°	14°	15°	12°	9°	14°	15°	12°	9°	13°	13°
Grajaú	sul	13°	9°	8°	15°	13°	9°	8°	15°	17°	19°	16°	9°	17°	19°	16°	9°	17°	16° (*)
Guaianases	leste	8°	5°	10°	9°	8°	5°	10°	9°	8°	8°	8°	9°	8°	8°	8°	9°	9°	9°
Iguatemi	leste	11°	9°	13°	13°	11°	9°	13°	13°	15°	16°	13°	11°	15°	16°	13°	11°	15°	15° (*)
Itaim Paulista	leste	9°	4°	5°	13°	9°	4°	5°	13°	8°	7°	8°	9°	8°	7°	8°	9°	9°	9°
Jaraguá	noroeste	10°	2°	10	14	10°	2°	10	14	12°	10°	9°	7°	12°	10°	9°	7°	10°	10°
Jardim Ângela	sul	12°	4°	10°	12	12°	4°	10°	12	13°	13°	12°	8°	13°	13°	12°	8°	12°	12°
Jardim Helena	leste	11°	7°	11°	9	11°	7°	11°	9	11°	12°	11°	8°	11°	12°	11°	8°	12°	12°
Jd. São Luís	sul	9°	7°	4°	8°	9°	7°	4°	8°	9°	10°	7°	4°	9°	10°	7°	4°	7°	7°
José Bonifácio	leste	11°	8°	13°	11°	11°	8°	13°	11°	15°	15°	14°	9°	15°	15°	14°	9°	14°	14°
Lajeado	leste	8°	9°	10°	10°	8°	9°	10°	10°	9	11°	10°	9°	9	11°	10°	9°	10°	10°
Marsilac	sul	14°	12°	15°	14°	14°	12°	15°	14°	18°	21°	18°	11°	18°	21°	18°	11°	20°	19°
Parelheiros	sul	13°	12°	14°	13°	13°	12°	14°	13°	18°	20°	17	7°	18°	20°	17	7°	19°	18°
Perus	noroeste	12°	10°	15°	8°	12°	10°	15°	8°	16°	17°	15°	7°	16°	17°	15°	7°	16°	15° (*)
Ponte Rasa	leste	3°	4°	9°	4°	3°	4°	9°	4°	3°	3°	3°	6°	3°	3°	3°	6°	4°	4°
São Mateus	leste	5°	3°	8°	6°	5°	3°	8°	6°	6°	5°	5°	5°	6°	5°	5°	5°	5°	5°
São Rafael	leste	11°	9°	12°	11°	11°	9°	12	11°	13°	14°	12°	10°	13°	14°	12°	10°	13°	13°
Sapopemba	leste	7°	6°	1°	4°	7°	6°	1°	4°	4°	4°	4°	8°	4°	4°	4°	8°	4°	4°
Socorro	sul	4°	4	6°	5°	4°	4	6°	5°	8°	5°	5°	1°	8°	5°	5°	1°	4°	4°
Tremembé	norte	8°	8°	9°	14°	8°	8°	9°	14°	12°	12°	11°	8°	12°	12°	11°	8°	11°	11°
Vila Curuçá	leste	8°	6°	9°	7°	8°	6°	9°	7°	7°	9°	7°	9°	7°	9°	7°	9°	8°	8°

Figura 5.9. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens (Ranking – São Paulo – Distritos sem Rede). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

Teste 4: As tabelas 5.8 e 5.9 traduzem o resultado do cálculo de atratividade desta vez, não à expansão da rede, mas sim à implantação, visto que os 28 distritos deste grupo de análise não são servidos por rede ou apresentam rede pontual. Este estudo é o que desperta maior interesse visto que concentra bairros com as piores situações em todos os aspectos estudados.

A verificação inicial, resulta outra vez na concordância dos rankings por sistemas de informação e por categorias de ocupação do solo através de 252 testes e em 3 discordâncias para o indicador geral o que fornece respectivamente 1,2% e 10,7% de porcentagens de discordância.

Como a segunda verificação não é possível, já que o mapeamento da rede não existe, apenas elaborou-se uma comparação com o plano de expansão resumido, que destaca direções de futuras implantações de rede. Embora se alternem posições entre os rankings principalmente naqueles oriundos dos sistemas de informação, a dominância de melhores posições ainda é concentrada na zona leste, o que em análise superficial é positivo para o modelo proposto, concordando com o plano.

Teste 5: No estudo da Região Administrativa de Araçatuba surgiram diferentes questões que auxiliaram na modelagem do protótipo e serão destacadas no Capítulo 6. Para o estudo da atratividade à expansão da rede foram utilizadas como hipóteses:

- Forma de Coleta de informações: Prefeituras, IBGE, SEADE, Grupo PIR;
- Célula de Estudo: municípios;
- Projeção de Consumo de gás natural: usando estratificação nível 1 em todos os setores;
- Peso Extra¹¹⁶ para ressaltar segmentos mais propícios ao uso do gás natural: 1,0 para todos os segmentos;
- Critério de Desempate dos rankings: não aplicado.

As tabelas 5.10 e 5.11 resumem o cálculo para os 8 municípios em estudo. Respeitando a mesma característica das análises anteriores, a primeira verificação acusa em 72 testes apenas 2 discordâncias que aparece no ranking sistema canalizado (obra civil). Para os outros 8 rankings o resultado é coincidente e satisfatório. Já a segunda e terceira verificações que dependem de contato com informações da concessionária que não foram disponibilizadas causaram maior dificuldade na comparação e assim foram substituídas por informações das prefeituras sobre o uso do gás natural e as tendências de desenvolvimento econômico da região que serão apresentadas no Capítulo 6.

¹¹⁶ Vide conceituação no Capítulo 3.

Região Administrativa de Araçatuba (índice)

DISTRITOS	Zona da cidade	Índice de Atratividade por Sistemas de Informação								Índice de Atratividade por Categorias de Ocupação										Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo					Resultado-Decision Lens					Protótipo	Decision Lens %
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV %	IPU %	IPC %	ISC %	Ires	Icom	Iserv	I ind	Iagro	Ires %	Icom %	Iserv %	Iind %	Iagro %		
Andradina	oeste	1,0	5,0	2,0	3,0	2,0	10,1	8,2	4,4	2,8	3,2	3,0	4,0	7,0	5,1	5,7	4,9	8,0	20,0	3,2	6,7
Araçatuba	centro	7,0	7,5	8,3	3,7	12,0	32,4	34,3	6,0	6,7	7,2	7,0	8,0	7,0	22,8	27,4	24,7	36,5	20,0	7,1	28,0
Birigui	sudeste	7,0	5,8	6,7	3,7	12,0	13,4	24,5	8,0 (*)	5,9	6,1	6,4	7,0	7,0	16,0	16,7	17,4	25,6	20,0	5,9	17,4
Guararapes	sul	6,3	4,5	1,0	7,0	11,8	6,5	3,8	25,0	5,0	4,8	4,8	4,5	6,3	10,8	9,3	9,3	8,9	12,0	4,1	8,6
Ilha Solteira	norte	9,0	5,5	1,7	5,7	37,9	11,0	7,4	13,7	5,9	5,8	6,2	2,0	3,7	16,0	14,3	17,4	3,0	4,0	4,9	12,4
Mirandópolis	sudoeste	4,3	3,5	1,0	5,0	4,8	5,3	3,8	8,4	4,1	3,5	3,5	3,5	3,7	7,0	5,4	5,3	5,0	4,0	3,1	5,8
Penapolis	sudeste	6,3	6,0	3,3	3,7	11,8	13,6	14,2	6,0 (*)	5,5	5,2	5,2	4,0	5,0	13,4	11,9	10,5	8,0	8,0	4,9	12,4
Pereira Barreto	sudeste	5,7	4,8	1,0	7,7	7,7	7,7	3,8	28,5	4,8	4,8	5,2	3,5	6,3	9,2	9,3	10,5	5,0	12,0	4,2	8,7

Figura 5.10. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Índices– Região Administrativa de Araçatuba). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

DISTRITOS	Zona da cidade	Ranking de Atratividade por Sistemas de Informação								Ranking de Atratividade por Categorias de Ocupação										Ranking Geral	
		Resultado -Protótipo				Resultado-Decision Lens				Resultado -Protótipo					Resultado-Decision Lens					Protótipo	Decision Lens
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC	Ires	Icom	Iserv	I ind	Iagro	Ires	Icom	Iserv	I ind	Iagro		
Andradina	oeste	6º	5º	4º	6º	6º	5º	4º	7º	7º	7º	4º	1º	7º	7º	7º	2º	1º	6º	5º	
Araçatuba	centro	2º	1º	1º	5º	2º	1º	1º	6º(*)	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º	1º
Birigui	sudeste	2º	3º	2º	5º	2º	3º	2º	5º	2º	2º	2º	2º	1º	2º	2º	2º	1º	1º	2º	2º
Guararapes	sul	3º	7º	6º	2º	3º	7º	6º	2º	4º	5º	5º	3º	2º	4º	5º	5º	3º	2º	5º	4º
Ilha Solteira	norte	1º	4º	5º	3º	1º	4º	5º	3º	2º	3º	3º	6º	4º	2º	3º	3º	2º	4º	3º	3º
Mirandópolis	sudoeste	5º	8º	6º	4º	5º	8º	6º	4º	6º	6º	6º	5º	4º	6º	6º	6º	4º	4º	7º	6º
Penapolis	sudeste	3º	2º	3º	5º	3º	2º	3º	6º(*)	3º	4º	4º	4º	3º	3º	4º	4º	2º	3º	3º	3º
Pereira Barreto	sudeste	4º	6º	6º	1º	4º	6º	6º	1º	5º	5º	4º	5º	2º	5º	5º	4º	2º	2º	4º	4º

Figura 5.11. Teste de Cálculo dos Índices de Atratividade à Expansão da Rede de Gás Natural – Resultado obtido pelo Protótipo e pelo Decision Lens. (Ranking – Região Administrativa de Araçatuba) O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

5.2.5. A Determinação do Índice de Adensamento

Para o estudo de áreas onde a rede já foi instalada, propõe-se o índice de adensamento, que pretende apontar as possibilidades de incrementar o uso da rede existente. Esse índice é vinculado ao Sistema de Informações “Projeção de Consumo de GN” e portanto não utiliza os indicadores qualidade de vida, planejamento urbano e obra civil, conforme a matriz abaixo:

$$SI3 = \begin{vmatrix} N1_{i,n} & N2_{i,n} & N3_{i,n} & N4_{i,n} & N5_{i,n} \end{vmatrix}$$

Assim antes para chegar neste cálculo, o usuário necessariamente deve preencher antes a tela das figuras 5.5 ou 5.6 dependendo do detalhamento da estratificação que escolher.

Onde

- i=as várias células de estudo (quarteirão, unidade, bairro, distrito...) que podem ser inseridas;
- n=vários setores de estratificação em cada nível
- x= aos diversos setores que podem ser estratificados
- N= aos níveis de estratificação

Para cada N (variando de 1 a 5), existem quatro usos do solo:

$$N = \begin{vmatrix} N1_{res\ 1,n} & N1_{com\ 1,n} & N1_{serv\ 1,n} & N1_{ind\ 1,n} & \dots & N5_{res(x)\ i,n} & N5_{com(x)\ i,n} & N5_{serv(x)\ i,n} & N5_{ind(x)\ i,n} \end{vmatrix}$$

Cada N se divide em vários setores para cada um dos usos do solo, que são associados ao número de estabelecimento de cada setor e número de estabelecimentos efetivamente conectados à rede de gás natural (nos níveis 1, 2, 3 e 4), e associados ao volume projetado e volume efetivamente já consumido (no nível 5), conforme o exemplo para o nível 1:

$$N1 = \begin{vmatrix} RES_{i,1} & RES\ GN_{i,2} & COM_{i,3} & COM\ GN_{i,4} & SERV_{i,5} & SERV\ GN_{i,6} & IND_{i,7} & IND\ GN_{i,8} \end{vmatrix}$$

Para cada célula de estudo (n), cada setor em cada uso do solo, efetuar o cálculo definido pelas expressões abaixo.

O resultado da subtração deve ser convertido em 5 intervalos (expressão 5.1) e associado aos pesos de 1 a 9 (tabela 5.1), de forma similar ao cálculo do índice de Atratividade demonstrado na página anterior. Caso o resultado da subtração seja positivo, há adensamento.

O índice pode ser calculado através de 3 métodos:

• **Método 1:** através de comparação do número total de unidades domiciliares e de atividades econômicas com o número das unidades já ligadas à rede e GN ¹¹⁷. O resultado da subtração é transformado em escala e organizado em ranking, propiciando 2 alternativas: 4 rankings para cada um dos usos do solo e um ranking total.

Para a utilização do cálculo através do número de ligações é necessário que se tenha selecionado um dos níveis básicos de detalhamento da estratificação (vide figura 5.5 deste Capítulo). Assim, o usuário deve seguir as etapas:

1. Selecionar o nível de detalhamento (de 1 a 4);
2. Selecionar o uso do solo;
3. Preencher a lacuna sobre o número de estabelecimentos existentes (chamado X_n);
4. Preencher a lacuna sobre o número de ligações à rede de gás natural (Chamado Y_n);
5. Atribuir o peso extra que multiplicará os setores com maior propensão ao uso do gás (é opcional) (X^* Peso extra). O peso extra deve ser o mesmo para X_n e Y_n .

O programa deve automaticamente:

6. Fazer a subtração entre o número já digitado e o número de ligações (já incidindo o peso extra). Se o resultado for positivo, há adensamento;
7. Somar os resultados da subtração por unidades de estudo digitadas;
8. Atribuir pesos as somas;
9. Somar os pesos e criar o ranking por usos do solo e um ranking geral
10. Organizar em escala ordinal (ranking de adensamento) apresentando 5 classificações associando as posições às células de estudo (unidade, quarteirão, bairro) e às zonas da cidade. O 1º lugar será a maior soma e assim, sucessivamente. No caso de somas iguais, o programa oferece o desempate do ranking por usos do solo, conforme a figura 5.13:

¹¹⁷ No caso de residências, o uso do número total de edificações ainda não conectadas à rede deve ser cuidadoso, pois pode incluir prédios anteriores a lei que obriga as construções a possuir instalação predial para o gás natural e assim não estarem preparadas para a conexão da rede. Vale lembrar que para o uso comercial existe obrigatoriedade de conexão a rede canalizada, se esta passar pela rua onde o estabelecimento está localizado. Para serviços e indústria, a instalação interna aos edifícios determina otimização de processos e em geral economia, sendo o custo da instalação predial fator de menor importância do que no uso residencial.

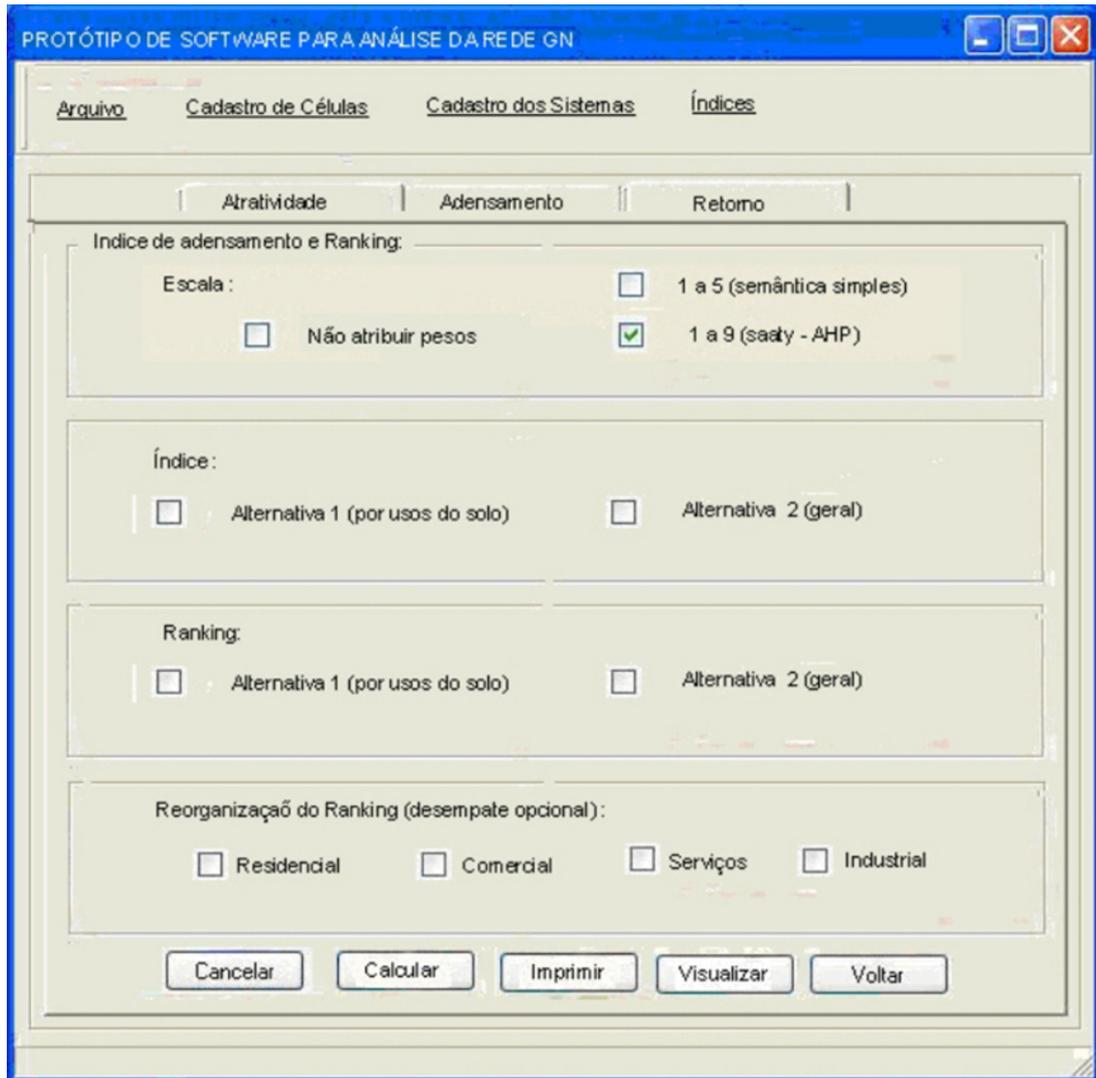


Figura 5.13. Tela para conversão dos bancos de dados em sistemas de informação para o cálculo do Índice de Adensamento à expansão da rede de GN.

As alternativas de cálculo seguem o cálculo automático segundo as fórmulas:

- **Alternativa 1:** calcular 4 índices referentes a cada uso do solo:

Índice de Adensamento Residencial (IAres)

IAres= (número unidades - número unidades ligadas à rede)* Peso extra residencial

Índice de Adensamento Comercial (IAcom)

IAcom= (número unidades - número unidades ligadas à rede)*Peso Extra comercial

Índice de Adensamento Prestação de Serviços (IAServ)

IAServ = (número unidades - número unidades ligadas à rede)* Peso Extra serviços

Índice de Adensamento Industrial (IAind)

IAind= (número unidades- número unidades ligadas à rede)*Peso Extra industrial

Nota: o peso extra em uma mesma expressão deve ser o mesmo.

- **Alternativa 2:** índice de adensamento geral (todos os usos do solo)/ 4 (o uso agropecuário mesmo que exista não é abordado no adensamento).

Índice de Adensamento Geral (IAg):

$$\text{IAg} = (\text{IAres} + \text{IAcom} + \text{IAServ} + \text{IAind})/4$$

Teste 6: Índice de Adensamento por Número de Unidades - Quarteirões em São Caetano do Sul

Para efeito de teste da coerência da modelagem proposta, foi realizada pesquisa de campo em uma rua de 10 quarteirões que é toda servida por rede canalizada de GN e concentra a maior densidade de prédios preparados com instalação predial para o uso do gás, mesclada a comércio e serviços com destaque para o grande número de unidades ainda não conectadas a rede (mesmo com a obrigatoriedade para comércio). Para a aplicação do método foram utilizadas as hipóteses:

- Forma de Coleta de informações: Pesquisa em Campo;
- Célula de Estudo: quarteirões;
- Projeção de Consumo de gás natural: estratificação nível 1 em todos os setores;
- Peso Extra¹¹⁸ para ressaltar segmentos mais propícios ao uso do gás natural: 1,0 para todos os segmentos;
- Critério de Desempate dos rankings: não aplicado.

Nas tabelas 5.12 e 5.13 são organizados os resultado do cálculo de adensamento baseados no método simples de subtração entre o número total de domicílios, estabelecimentos comerciais e de serviços e àqueles ainda não conectados à rede. A verificação de conexão é feita pela visualização da existência de medidores (quando visíveis) ou de botijões (quando fica claro que não se usa gás de rua) e em caso onde não é possível a verificação externa, o contato com zeladores dos prédios residenciais ou funcionários do comércio.

Já para a verificação da existência de rede na rua, basta procurar a cada quarteirão as placas de aviso para escavação, fixadas às guias das calçadas¹¹⁹.

¹¹⁸ Vide conceituação no Capítulo 3.

¹¹⁹ Vide figura 1.2. à página 35 do Capítulo 1.

Quarteirão	Zona da cidade	Índice de Adensamento por Número de Unidades								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires %	Icom %	Iserv %	I ind %		
1. R.Rio Grande do Sul/ R. José Benedetti	oeste	3	1	5	1	10,0	9,1	13,5	13,0	2,5	3°
2. R. José Benedetti /R. Amazonas	oeste	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
2. R. Amazonas/ R. Oswaldo Cruz	oeste	9	1	9	1	32,2	9,1	19,0	26,8	5,0	1°
3.R. Oswaldo Cruz/ R. Augusto de Toledo	centro	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
4.R. Augusto de Toledo/ R. N. Sra. de Fátima	centro	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
5. R. N. Sra. de Fátima/ R. Maria Jacomini	centro	7	1	3	1	25,0	9,1	7,0	16,5	3,0	2°(*)
6.R. Maria Jacomini/ R. Pinheiro Machado	centro	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
7.R. Pinheiro Machado/ R. Wenceslau Bras	centro	1	1	5	1	4,1	9,1	13,5	9,0	2,0	4°
8. R. Wenceslau Bras/ R. Martim Franscisco	leste	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
9. R. Martim Franscisco/ R. Tiradentes	leste	1	1	3	1	4,1	9,1	7,0	3,2	1,5	5°
10.R. Tiradentes / R. General Osório	leste	1	1	1	9	4,1	9,1	5,0	15,5	3,0	2°(*)

Figura 5. 12. Teste para o Índice de Adensamento e validação pelo Programa Decision Lens. (Índice para 10 quarteirões de São Caetano do Sul). O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

Quarteirão	Zona da cidade	Ranking de Adensamento por Número de Unidades								Índice Geral	
		Resultado - Protótipo				Resultado-Decision Lens				Protótipo	Decision Lens
		Ires	Icom	Iserv	I ind	Ires	Icom	Iserv	I ind		
1. R.Rio Grande do Sul/ R. José Benedetti	oeste	3°	1°	2°	2°	3°	1°	2°	2°	3°	3°
2. R. José Benedetti /R. Amazonas	oeste	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
2. R. Amazonas/ R. Oswaldo Cruz	oeste	1°	1°	1°	2°	1°	1°	1°	2°	1°	1°
3.R. Oswaldo Cruz/ R. Augusto de Toledo	centro	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
4.R. Augusto de Toledo/ R. N. Sra. de Fátima	centro	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
5. R. N. Sra. de Fátima/ R. Maria Jacomini	centro	2°	1°	3°	2°	2°	1°	3°	2°	2°	3° (*)
6.R. Maria Jacomini/ R. Pinheiro Machado	centro	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
7.R. Pinheiro Machado/ R. Wenceslau Bras	centro	4°	1°	2°	2°	4°	1°	2°	2°	4°	5°
8. R. Wenceslau Bras/ R. Martim Franscisco	leste	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
9. R. Martim Franscisco/ R. Tiradentes	leste	4°	1°	3°	2°	4°	1°	3°	2°	5°	6°
10.R. Tiradentes / R. General Osório	leste	4°	1°	4°	1°	4°	1°	4°	1°	2°	2° (*)

Figura 5. 13. Teste para o Índice de Adensamento e validação pelo Programa Decision Lens. (Ranking para 10 quarteirões de São Caetano) do Sul. O “(*)” indica os valores que não coincidem entre o protótipo e o programa decision lens.

Na pesquisa in loco é sempre bom verificar se o setor demanda o uso de gás ou não. Por exemplo, uma casa utilizada como escritório de advocacia não tem grande interesse em se conectar à rede, já uma pizzaria que usa bastante cocção ou um cabeleireiro que use bastante água quente pode se interessar na conexão.

Outro detalhe consiste na verificação sempre que é possível se todos os domicílios ou estabelecimentos econômicos já têm a rede interna para o gás natural (o que é intitulado abaixo de “ligações improváveis”). O ideal é sempre acusar as possibilidades reais de conexão à rede, ou seja, locais que estão preparados para a conexão, mas que por hábito ou outras questões ainda não a fizeram.

O resultado da tabela ¹²⁰ é o calculado pela subtração:

Adensamento = Número total de domicílios (ou estabelecimentos com atividade econômica) – Ligações já existentes à rede de GN – Ligações improváveis

Como resultado existe uma única verificação de coerência da modelagem, que consiste na comparação com o programa decision lens que apresentou uma discordância no índice geral, que pode ser associada à marcante diferença do índice no âmbito industrial, onde somente 1 quarteirão tem indústria e por isso na avaliação entre atribuições de pesos essa variação tenha servido como desempate entre os quarteirões com pontuação 3,0. No caso do protótipo esse desempate poderia ser feito atribuindo um peso extra que diferenciase o tipo de uso do solo que é mais propício ao uso do GN. Também fica claro que no âmbito comercial não foi verificada chance de adensamento, ou seja, peso igual para todos ou porcentagem zero pelo Decision Lens.

Método 2: o índice é calculado através da inserção de informações para o nível 5 de estratificação (vide figura 5.7), usando estimativas de conversão de outras fontes de energia para o gás natural, comparadas ao volume já vendido pela concessionária distribuidora de gás natural por uso do solo. Nesse caso é necessário trabalhar com unidades amostrais. O índice pode ou não ser convertido em peso, se for, gera o ranking geral e por usos do solo ou, se o usuário preferir trabalhar com volumes, não há atribuição de peso e assim não existe ranking, conforme é demonstrado na figura 5.13.

Para a determinação do Índice de Adensamento usando unidades amostrais, deve-se seguir as etapas:

1. Preencher as lacunas apresentadas a figura 5.7 sobre os diversos tipos de consumo de energias nos 4 usos do solo (o uso agropecuário não é detalhado neste item). Por exemplo,

¹²⁰ As informações coletadas na pesquisa de campo estão no Anexo I.

para o cálculo do adensamento no uso residencial, deve ser inserido o consumo de energia elétrica e GLP (mais comuns em domicílios). Ambos já devem ser digitados com as unidades em metros cúbicos, bem como devem ser estimadas as porcentagens de conversão ao GN conforme o tipo de energia¹²¹.

Consumo de Energia Elétrica Residencial (m3): **A**

% de Energia Elétrica a ser convertida para o Gás natural: **B**

Consumo de GLP (m3): **C**

% de GLP a ser convertida para o Gás natural: **D**

2. Digitar o volume de Gás Natural já comercializado pela concessionária (m3): **Vc**

O programa deve calcular automaticamente as expressões:

3. Volume de GN oriundo do consumo de energia elétrica (m3): **A*B**

4. Volume de GN oriundo do consumo de GLP (m3): **C*D**

5. Soma do Volume estimado para GN no uso residencial em todas as unidades digitadas (m3) = **K**

6. Adensamento **IA res (m3)**: $x = K - Vc$ (se for positivo há adensamento)

7. Feito isso, o usuário pode ir para a tela “Adensamento” figura 5.13, e decidir entre ver a lista de adensamento em metros cúbicos para todas as entradas digitadas ou selecionar transformar em escala e em ranking. Nessa opção, o resultado da subtração do item 6 é transformado em peso para cada célula estudada e estas são classificadas em ordem decrescente, iniciando pelo maior peso.

Da mesma forma, o cálculo do índice de adensamento para os usos comercial, serviços e industrial, começa pelo preenchimento da tela da figura 5.6, com a digitação do volume total comercializado pela concessionária na área de estudo e por uso do solo e pela inserção dos consumos de outras fontes e da % estimada para conversão ao GN, com a diferença que podem haver outras fontes de energia além do GLP e da energia elétrica e todas devem ser digitadas já convertidas em metros cúbicos¹²², seguindo as expressões automáticas do programa para subtração entre volume estimado e volume já comercializado, bem como a possibilidade de visualização da lista em volumes ou em pesos e seus respectivos rankings.

Em resumo:

¹²¹ A porcentagem de gasto com energia oriunda do uso do chuveiro elétrico, é de 25% conforme o Manual da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), sendo este o valor utilizado no exemplo para a conversão de energia elétrica em gás natural. Já para o GLP (gás de botijão) o valor de conversão é de 100%. Para a correta atribuição da % de Conversão o usuário deve conhecer todos os equipamentos que poderão usar o gás natural.

¹²² Vide Anexo 12 (Anexo 1) sobre as regras de conversão de unidades.

- **Alternativa 1** (usando volumes): índice de adensamento por usos do solo:

Índice de Adensamento Residencial (IAres):

IAres (m3)= {Volume estimado-Volume já comercializado} residencial
para as n entradas digitadas, onde n= cada domicílio usado na amostra

Índice de Adensamento Comercial (IAcom):

IAcom (m3)= {Volume estimado-Volume já comercializado} comercial
para as n entradas digitadas, onde n= cada estabelecimento comercial usado na amostra

Índice de Adensamento Serviços (IAServ):

IAServ (m3)= {Volume estimado-Volume já comercializado} serviços
para as n entradas digitadas, onde n= cada estabelecimento de prestação de serviços na amostra

Índice de Adensamento Industrial (IAind):

IAind (m3)= {Volume estimado-Volume já comercializado} industrial
para as n entradas digitadas, onde n= cada instalação industrial usada na amostra

- **Alternativa 2:** índice de adensamento geral (considera os 4 usos do solo e faz a média entre eles)

Índice de Adensamento Geral (IAg):

IAg= (IAres+IAcom+IAServ+IAind)/4

- **Método 3:** aplicação de uma fórmula simplificada de calcular o índice de adensamento, que é a de apenas inserir o volume comercializado e o volume estimado, pela associação simples entre poder aquisitivo (renda familiar), aos volumes e faixas tarifárias da concessionária, conforme é demonstrado na figura 5.6., segundo os quais é possível calcular a subtração que resulta no adensamento (sem fornecer o detalhamento por usos do solo). Porém, tal ferramenta para o usuário comum só é simples no caso residencial, recomenda-se sempre o apoio de especialistas para estimar as possibilidades de consumo nos setores comercial, serviços e industrial.

Teste 7: Cálculo do Índice de Adensamento por Volumes para um edifício residencial do bairro Santa Paula em São Caetano do Sul

Neste caso, para teste da metodologia proposta para cálculo de adensamento em volume, será usado apenas 1 unidade residencial, que resultará em 1 só valor de adensamento a ser acrescentado ao já comercializado (e não comparado ao volume já utilizado no bairro), sem a possibilidade de rankings classificatórios comparativos (já que todos os apartamentos serão transformados em 1 só consumo e apenas para o uso residencial), selecionou-se assim um edifício da Rua Piauí (pesquisa de campo do caso anterior), que embora tenha instalação interna para o uso do GN, optou por trabalhar com o sistema “bob-tail” de recarga do botijão não estando conectado a rede da rua.

Dados do levantamento amostral¹²³:

- 11 andares com 4 apartamentos
- Consumo baseado em 2 tipos de energia: elétrica e GLP
- Consumo médio de energia elétrica por apartamento: 352,9 kWh (*44 apartamentos= 15523,2 kWh)¹²⁴, só para uso de chuveiro (sem banheira ou lareira ou aquecimento);
- Consumo do botijão para cocção (botijão comum a todos): 396 kg.

Supondo a conversão de 25 % da energia elétrica ao gás natural e 100% do GLP, com informações inseridas em metros cúbicos¹²⁵, o resultado de adensamento em volume¹²⁶ é:

Índice de Adensamento por Volume			
Unidade	Zona da cidade	Ires m3	Iageral m3
prédio de 44 apartamentos (GLP em GN)	leste	501,26	501,26
prédio de 44 apartamentos (kWh em GN)	leste	784,22	34505,7
prédio de 44 apartamentos (total)	leste	1285,48	35006,9

Tabela 5. 14. Exemplo de cálculo do Índice de Adensamento por Volume em uma unidade residencial - São Caetano do Sul.

A tabela acima mostra o incremento do uso do gás natural para um prédio de 44 apartamentos que têm instalação predial adequada, mas ainda não usa o gás de rua. O índice geral para o GLP não foi demonstrado, pois foi calculado a partir do consumo de todo o prédio de um botijão instalado no pavimento térreo.

¹²³ Foram coletadas informações em 23 apartamentos e atribuído o resultado médio de consumo aos outros 21 apartamentos não pesquisados (vide planilha do anexo 12 – divisão Anexo I).

¹²⁴ Pensando na utilização do programa, seria inserido apenas uma entrada total com os dados médios, já que nem todos os apartamentos foram pesquisados.

¹²⁵ Conversões utilizadas: 1m3 de Gás Natural=0,79 kg de GLP; 1m3 de Gás Natural=0,45kWh (CTGÁS, 2007).

¹²⁶ O texto comparativo com o programa Decision Lens não é possível já que não existe um ranking classificatório, os apartamentos foram considerados uma só unidade de adensamento, o prédio.

5.2.6. A Determinação da Receita Bruta

Neste item propõem-se a verificação do valor ganho através da tarifa, que não é exatamente o lucro da concessionária de gás, por incluir tributações e outros descontos, mas que possibilita a visualização da relação volume consumido e valor a pagar e de maneira mais precisa, o cálculo do faturamento associando a existência dos encargos.

Para que os cálculos sejam feitos, o usuário deve digitar o valor já calculado para o volume de GN (se tiver determinado o índice de atratividade) e também o volume efetivamente comercializado (somente se estiver desejando relacionar dados oriundos do cálculo de adensamento) e digitar a tarifa fixa e móvel (no caso do retorno por tarifa) ou os encargos fixo e móvel (no caso do faturamento), porém é necessário que cada categoria de uso do solo seja feita individualmente já que o valor das tarifas varia segundo os usos do solo.

O cálculo da cobrança Tarifária por Volume Estimado (COMGÁS, 2007) é feito através da fórmula:

Receita Bruta(Cobrança Tarifária pelo Volume Estimado)¹²⁷ (R\$):

RB (R\$) = Tf + Tv * Volume estimado ou

RB (R\$) = Tf = Tv *(Volume comercializado – Volume estimado), usado em casos de adensamento, onde:

Tf = Tarifa fixa (R\$)

Tv = Tarifa variável (móvel (R\$/m³))

(tarifas com ICMS)

Este item deve ser aprimorado em projeto futuro antes da preparação final do aplicativo, já que a determinação dos encargos pode ser desmembrada em várias etapas desde o investimento na implantação dos dutos até o próprio custo de compra do gás natural e por isso só aparece indicado na tela da figura 5.14, permitindo a inserção dos encargos que são descontados segundo a fórmula, desde que o usuário tenha prévio conhecimento de seus valores.

¹²⁷ Vale lembrar que esse cálculo apenas mostra o valor total da tarifa por tipo de uso e consumo, e não corresponde retorno do investimento total com os descontos. Para o faturamento, vale a definição de **Receita Bruta** que corresponde ao valor total recebido pela venda da produção ou serviços da empresa, sem qualquer dedução, o que similar ao que foi denominado “Cobrança Tarifária pelo Volume Estimado”. Já o ganho da empresa descontados os encargos é definido como **Receita Líquida** que corresponde a receita bruta (faturamento) diminuída dos impostos diretos, como ICMS, IPI, ISS, PIS e Cofins. É o valor que a empresa efetivamente recebe pela venda da produção ou serviço prestado (COMGÁS, 2007).

A figura 5.14 representa a tela para determinação de ambas as definições através da inserção pelo usuário do resultado que foi obtido pelo programa no cálculo do adensamento ou da atratividade para o volume estimado por usos do solo (sempre usando nível 5 de estratificação ou seja, cálculos por volume de gás).

Protótipo de Software para Análise da Rede de Gás Natural

Arquivo Cadastro de Células Cadastro dos Sistemas Índices

Atratividade Adensamento Retorno

Volumes

	Residencial	Comercial	Serviços	Industrial
Volume estimado (m ³):	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Volume comercializado (m ³):	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Retorno através da Tarifa

Tarifa:

Tarifa fixa (R\$): Tarifa móvel (R\$/m³):

Faturamento:

Valor do Encargo Fixo:

Valor do Encargo Móvel:

Cancelar Calcular Imprimir Visualizar Voltar

Figura 5.14. Tela para a determinação do Retorno Simples através da relação entre volume consumido e faixas tarifárias por uso do solo.

Teste 8: Cálculo da Receita Bruta através do Volume Estimado para o Distrito do Morumbi – São Paulo

O distrito do Morumbi localizado na zona Sul, continua a ser alvo de empreendimentos imobiliários de grande porte direcionados ao uso residencial para alto poder aquisitivo, através da construção de condomínios horizontais e mais recentemente pelo empreendimento “Campos São Paulo” (GREGHI, ISTO É DINHEIRO, 2006), situado nas proximidades do Parque Burle Marx. Embora as informações sobre a construção sejam restritas, considera-se interessante a estimativa do que esse mega projeto com características

de um bairro ocupando 260 mil metros quadrados, agregando prédios residenciais, restaurantes, 1 prédio de escritórios e 1 shopping center, poderá acrescentar em consumo de gás canalizado para uma área com a rede já consolidada. Nessa rápida análise abrangendo apenas o uso residencial e utilizando o método 3 de estimativa, foi considerada a existência de 32 torres residenciais de 8 andares totalizando 447 apartamentos, sem a comparação com o volume já comercializado já que é um adensamento não através de imóveis já existentes mas sim, de novas construções o que consiste num incremento indireto, que não é associado a edificações que poderiam estar ligadas à rede canalizada e não estão. Supondo as seguintes hipóteses:

- Forma de Coleta de informações: Construtoras, consumo por estimativa;
- Célula de Estudo: unidades (apartamentos);
- Consumo médio ¹²⁸ com base no alto poder aquisitivo dos futuros moradores, está concentrado na faixa tarifária de 17 a 40 metros cúbicos - uso residencial,
- Considerando por prédio, 7 apartamentos com consumo médio de 17 metros cúbicos e 7 apartamentos com consumo de 40 metros cúbicos, num total de 32 prédios;
- Dados: $T_f = R\$13,31$ e $T_v = R\$ 2,833361 /m^3$ (COMGÁS, 2007);
- Opção de Cálculo do Adensamento: “Não atribuir pesos” (vide figura 5.11), portanto sem o cálculo do índice e ranking.

Obtêm-se através de estimativa simples:

Índice de Adensamento por Volume Estimado em m3			
Unidade	Zona da cidade	Ires m3	Iageral m3
apartamentos de consumo 17 m3	sul	119	3808
apartamentos de consumo 40 m3	sul	280	8960

Tabela 5. 15. Exemplo de cálculo do Índice de Adensamento por Volume em um empreendimento imobiliário – Distrito do Morumbi.

Cobrança Tarifária pelo Volume Estimado em R\$			
Unidade	Zona da cidade	Cres R\$	Iageral R\$
apartamentos de consumo 17 m3	sul	430,34	13770,9
apartamentos de consumo 40 m3	sul	886,511	28368,4

Tabela 5.16. Exemplo de cálculo da Receita Bruta.

Este cálculo é fictício e pretende apenas simular o incremento em volume de gás natural para o uso residencial que o distrito terá após inaugurado o complexo “Campos de São

¹²⁸ Lembrando que a tarifa pode ser cobrada por uso condominial, ao invés da cobrança usada no exemplo, considerando apartamento individualmente.

Paulo” e a relação desse volume com a cobrança tarifária. A verificação pelo Decision Lens não é possível já que não foram atribuídos pesos, bem como o uso de mapeamento, já que sabemos a priori que a região é servida e só necessitará de prolongamento e conexão aos novos empreendimentos. A próxima figura simula a “rodagem” do programa, para o caso de atratividade no município de São Caetano do Sul, selecionando o cálculo do índice geral, como célula de estudo foi usado o bairro, para o caso de São Caetano do Sul.

BAIRRO	ZONA	QV	PU	PC	SC	DEE
Fundação	Norte	4°	1°	5°	5°	5°
Prosperidade	Norte	5°	3°	11°	6°	13°
Centro	Norte	1°	3°	1°	2°	1°
Santo Antonio	Oeste	1°	2°	4°	4°	4°
Santa Paula	Centro	1°	1°	2°	1°	2°
Barcelona	Leste	1°	2°	3°	2°	3°
Olimpico	Centro	2°	6°	10°	7°	11°
Oswaldo Cruz	Centro	1°	3°	10°	4°	12°
Cerâmica	Oeste	3°	4°	6°	3°	6°
São Jose	Oeste	3°	4°	8°	6°	8°
São Caetano	Sul	2°	7°	12°	9°	14°
Maua	Sul	2°	4°	13°	8°	15°
Nova Gerti	Sul	3°	5°	7°	6°	7°
Boa Vista	Sul	3°	5°	9°	6°	9°
Santa Maria	Leste	2°	3°	10°	4°	10°

Figura 5.15. Simulação da Tela “Resultado”.

5.3. Considerações sobre a coerência do protótipo

O intuito deste Capítulo foi o de apresentar a modelagem dos parâmetros selecionados como relevantes para a determinação de áreas passíveis de receber ou incrementar o uso da rede de gás natural através de três verificações:

- Verificação 1: o uso de um programa já conceituado no mercado mundial e a comparação de sua utilização com as respostas do modelo para análise da coerência do algoritmo fundamentado em operações simples como soma e média ponderada;

O uso do DL como ferramenta de conferência deve ser cuidadoso, pois assim como na influência dos parâmetros estudada no Capítulo 4, a resposta de classificação dos bairros à

atratividade (ou adensamento) à rede de GN corresponde à maior influência relacionada a uma combinação entre variações de atribuição da escala em uma única célula de estudo, variações de atribuição entre todos os distritos simultaneamente e variação de grandezas (valores atribuídos) propriamente dita. Como a modelagem lida exclusivamente com o valor das grandezas para que a comparação fosse efetuada, foi necessária a aplicação do método hierárquico no conjunto de parâmetros enquanto critérios, seguida de verificações parciais usando o agrupamento de parâmetros como critérios e sub-critérios, diminuindo o número de combinações e facilitando a verificação da consistência.

As colunas de teste comparativo apresentam grande coincidência na posição classificatória dos bairros. Para o cálculo do Índice geral, houve pequena discordância em bairros que apresentaram índices calculados pelo protótipo com diferença de 1 casa decimal (valores grifados em amarelo). Atribui-se essa não concordância ao grande número de parâmetros envolvidos na atribuição para o índice geral, que acaba por elevar o índice de inconsistência gerado pelo Programa Decision Lens. Por outro lado, a resposta é totalmente satisfatória quando o índice é calculado em grupos menores de parâmetros, resultando em índices de inconsistência menores que 10% em todos os casos, o que sugere sempre considerar o ranking geral porém, verificando nos resultados parciais das classificações por sistemas de informação e por categorias de ocupação do solo.

- Verificação 2: a utilização de todas as unidades geográficas propostas no modelo bem como as diferentes complexidades de estratificação dos setores produtivos;

Para o teste dos índices propostos na modelagem, foram elaborados estudos que obrigatoriamente deveriam utilizar todas as variações de cálculo concebidas para o protótipo.

- Verificação 3: comparação com informações da concessionária de gás ou colhidas in loco sobre a rede já existente e se possível sobre a rota de implantação da rede no futuro;

Este item foi rapidamente abordado aqui e terá continuidade no próximo capítulo como fechamento da proposta desta tese, comentando o resultado das 15 tabelas obtidas, a fim de validar os objetivos descritos inicialmente visando:

- Validar a seleção de parâmetros conceituada nos Capítulos 3 e 4;
- Validar o protótipo apresentado e testado no Capítulo 5, através de sua comparação com a realidade, tanto no âmbito da concessionária como no enfoque da dinâmica das cidades conforme é descrito no Capítulo 6.

CAPÍTULO 6. ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÃO

Para fechamento deste estudo, dividiu-se a análise final em quatro abordagens:

A primeira trata dos resultados oriundos do protótipo que foram apresentados no Capítulo 5.

A segunda enfoca um resumo das características urbanas determinantes no processo de escolha de áreas com maior potencial de consumo do gás natural canalizado.

A terceira, mostra diretrizes de aperfeiçoamento do protótipo no âmbito da energia, do planejamento urbano e nas infra-estruturas de forma geral.

A última abordagem constitui a conclusão propriamente dita, que aponta os pró e os contra na utilização do gás natural canalizado.

6.1. A Utilização do Protótipo nos Estudos de Caso

Para a análise dos resultados oriundos do protótipo, foram elaboradas figuras que agrupam as células de estudo de acordo com sua classificação. Para que cada uma delas ocupasse um único lugar na classificação da atratividade, foi usado o seguinte critério de desempate¹²⁹ (considerando em primeiro lugar a célula com o maior peso atribuído ao parâmetro):

Grupo	1°. Critério	2°. Critério	3°. Critério	4°. Critério	5°. Critério	6°. Critério	7°. Critério	8°. Critério	9°. Critério
QV	> AAA	> ACE	> IEX	> IDH	> AIP				
PU	> Z	> DU	> LI res	> LI serv	> US ind	> US res	> UScom	> USserv	> TU
PC	> RF	> Eind	> Eres	> Ecom	> Eserv	> DD			
SC	> E	> D	> DCind	> DCres	> DCcom	> DCserv	> T		
G	> Z	> DU	> LIres	> LIServ	> RF	> Eind	> Eres	> E	> D
USres	> Z	> DU	> LI res	> Eres	> US res	> DCres	> RF	> E	> D
UScom	> Z	> DU	> DCcom	> Ecom	> UScom	> RF	> E	> D	
USserv	> Z	> DU	> LI serv	> Eserv	> USServ	DCserv	> RF	> E	> D
USind	> Z	> US ind	> DCind	> Eind	> D				

Tabela 6.1. Critério de desempate.

Através dessa organização foi possível agrupar as células de cada estudo em 3 divisões de avaliação:

- Sobre a região servida pontualmente pela rede e a capacidade utilizada: é possível incrementar o uso do gás natural e isso pode saturar outras redes?

¹²⁹ Vide página 169, critério de desempate do protótipo. Lembrando que esse critério é mutável e depende do usuário. As planilhas com a organização do desempate estão no Anexo II.

- Sobre a região ainda à servir ao redor da área já servida e que aponta grande possibilidade de consumo indicando viabilidade de investimento em rede subterrânea.
- Sobre a região mais distante, com menor renda, menor sofisticação de usos, onde primeiro deve-se divulgar as vantagens do gás natural, através da introdução cautelosa de usos com base no gás liquefeito e no gás natural comprimido, até fortalecer o mercado para a ampliação da rede subterrânea.

São Caetano do Sul

Com exceção ao ranking oriundo do agrupamento “Uso Industrial” (que destaca 2 bairros em particular, a Fundação e a Prosperidade, que não aparecem com destaque nos outros rankings), todas as outras classificações apresentam ordem de atratividade similar, com alternância nas primeiras posições de bairros com característica dominante constituída pelo uso misto do solo, onde a verticalização residencial (densidade construída residencial) é o fator determinante da atratividade à rede de gás natural. A alta concentração de prédios forma um círculo vicioso que congrega a sofisticação de comércio e serviços ao maior número de lançamentos imobiliários, maior renda e conseqüentemente, a melhor qualidade de vida. Nesses bairros também a proximidade à rede que circunda a cidade, é outro fator facilitador da expansão do serviço. Esses parâmetros suplantam a incidência de grande tráfego nesses bairros e também a grande extensão a servir.

Na análise dos indicadores de qualidade de vida, verifica-se o empate entre vários distritos que comparados aos outros índices são pouco relevantes, dada a pequena variação entre as características do atendimento por equipamentos urbanos e outras redes de infraestrutura ao longo de todo o Município. Com base na análise global entre os resultados oriundos das 3 alternativas de cálculo do índice, os bairros podem ser reunidos em 4 grupos de atratividade à rede canalizada de GN:

- O primeiro grupo, formado pelo bairro Centro que ocupa a primeira posição em quase todos os rankings, seguido dos bairros Santa Paula, Barcelona e Santo Antônio que se alternam nas primeiras posições, destacando como preponderantes na atração à rede de gás o uso misto do solo (combinação entre residências, comércio e serviços) e os altos índices de densidade construída residencial, traduzindo a verticalização dominantes nos 4 bairros e o alto poder aquisitivo.
- O segundo agrupamento destaca a alternância entre os bairros Santa Maria, Nova Gerti, Fundação, São José e Cerâmica que apresentam como preponderantes de atratividade o

desenvolvimento urbano futuro previsto com a introdução de prédios residenciais e de prestação de serviços onde antes havia indústrias e o atual número de lançamentos imobiliários (que só perde para os 4 bairros mais bem classificados).

- Um terceiro agrupamento de bairros sem características marcantes, no qual as posições entre ranking oscilam entre os dois primeiros grupos (Boa Vista e Olímpico).
- Um último agrupamento que define bairros sem grande interesse, principalmente no âmbito da verificação por categorias de uso do solo (Prosperidade, São Caetano e Mauá), concentrando pouco comércio e serviços, uso residencial horizontal, baixa concentração populacional, mesmo que com alta renda (caso do bairro São Caetano) ou da reunião de indústrias (bairro Prosperidade), onde recomenda-se o atendimento pontual às indústrias (com base na utilização do parâmetro “D” – distância euclidiana sem ramificações).

O resultado é satisfatório quando comparado a implantação que ocorre em tempo real no município (que cobre pontualmente os bairros Centro, Santa Paula, Barcelona e Santa Maria e de forma específica trechos industriais da Fundação e Prosperidade).

O estudo dos 10 quarteirões que pode passar por adensamento mostra que a rede, bastante recente na cidade, tem muito ainda a explorar, embora no âmbito residencial, seja grande a competição com os “bob-tail” em geral servindo edificações de menor poder aquisitivo.

Também o estudo de adensamento de um prédio residencial de médio padrão, enfatiza a conclusão de que o mercado existe para implantação e também para o incremento de uso da rede nas poucas ruas por onde passa. Como a verticalização já é um processo consolidado nesses bairros, o adensamento da rede de GN por novas construções não deve causar problema à outros serviços como a energia elétrica que vem sendo adaptada ao constante incremento de consumo.

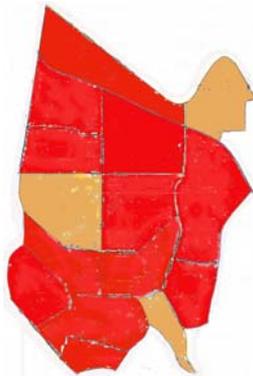
Porém em certos bairros antigos, onde há predominância de casas de baixo poder aquisitivo como a Cerâmica, a atratividade ao uso do gás deve vir com o desenvolvimento da área antes ocupada pela indústria São Caetano que por sua extensão, pode até vir a ser um novo bairro¹³⁰.

Outros bairros como o Olímpico, Mauá, Boa Vista, Prosperidade e São José, tem como entrave a pequena existência de edificações novas e a falta de instalações prediais para tal fim, sendo um grupo de bairros onde a expansão deve ser vista como pontual em quarteirões de interesse específico.

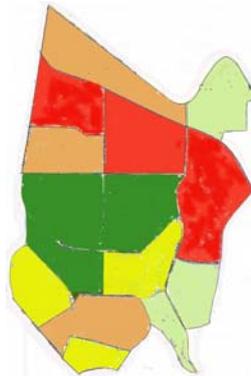
¹³⁰ Muito se especula sobre a diretriz de urbanização que será utilizada, casas térreas de alto poder aquisitivo ou um mix de serviços e verticalização residencial. Porém nada ainda foi divulgado ao grande público.

Resumo do Índice de Atratividade – São Caetano do Sul

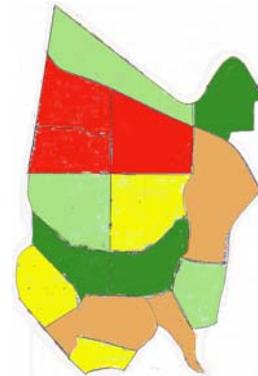
Nota: mapa base: PMSCS, 2006. Figura sem escala. Vide nome dos bairros na pg. 170



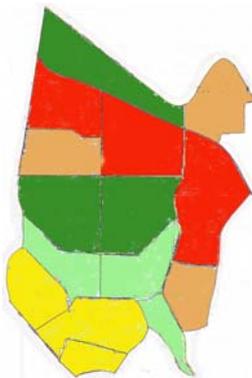
(a) Qualidade de Vida



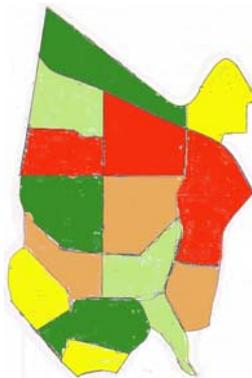
(b) Planejamento Urbano



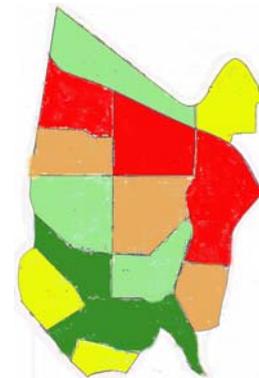
(c) Projeção de Consumo



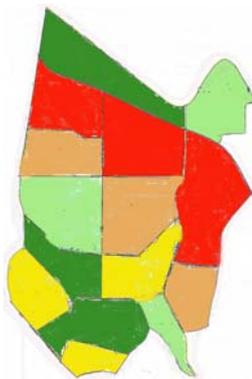
(d) Obra Civil



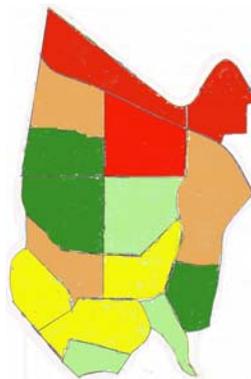
(e) Uso Residencial



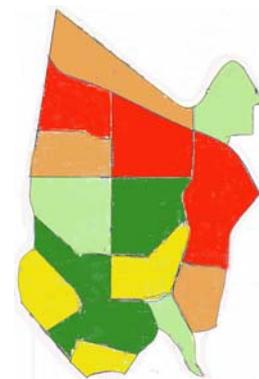
(f) Uso Comercial



(g) Uso Serviços



(h) Uso Industrial



(i) Geral



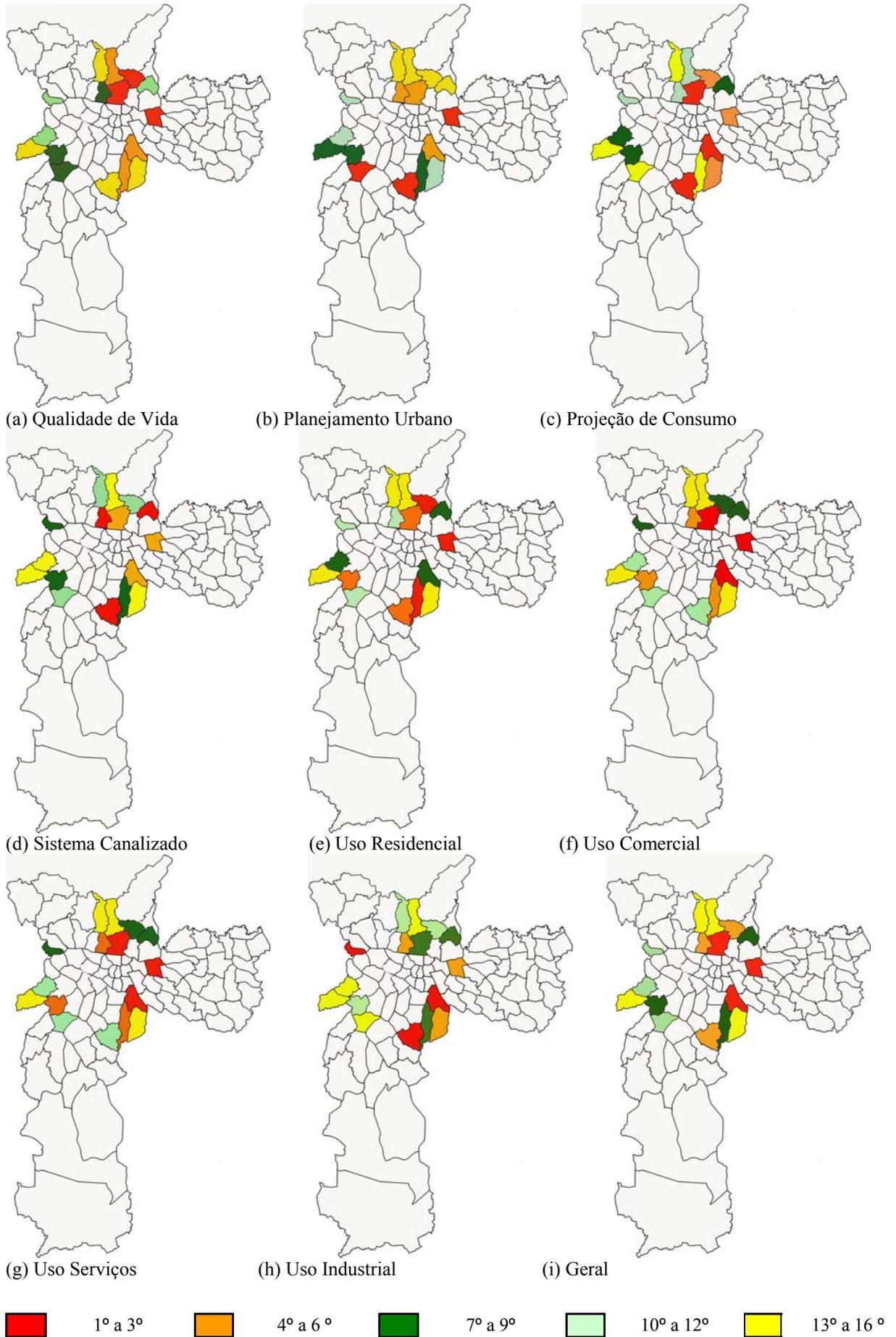
São Paulo – Distritos com 30% de Rede de Gás Natural já implantada

Embora haja variação entre as primeiras classificações nos diferentes rankings. O ranking geral traduz uma síntese da atratividade oriunda dos outros 7 rankings, com exceção a questão da qualidade de vida aparece com pequeno destaque, pois esse grupo é aquele que segue os 28 distritos já servidos, onde se localizam os melhores bairros paulistanos. Em resumo:

- Verifica-se que pelo menos 4 deles já possuem características que permitem a expansão da rede de GN. São eles: Tatuapé, Santana, Ipiranga e Jabaquara, que passam por processo de transformação de usos do solo, modificando a característica industrial ou residencial horizontal, pela verticalização de médio padrão e como no caso do Tatuapé, no Jardim “Anália Franco” até alto padrão, bem como entre o Ipiranga e a Vila Mariana, na “Chácara Klabin” e na área do Jabaquara que beira a Avenida Bandeirantes. A concentração de novas construções tem papel semelhante àquele dos bairros Santa Paula e Santo Antônio, em São Caetano do Sul. Instalações prediais prontas ao uso do gás natural, que podem ainda não estar conectadas à rede, indicando áreas passíveis de adensamento. O incremento na rede de gás acompanha as outras redes nesse processo de desenvolvimento urbano e portanto, não tem influência negativa na sobrecarga de outras infra-estruturas. Vale lembrar que nos quatro distritos ainda existe uma parcela do território formada por construções horizontais antigas. Porém enfatiza-se aqui, parâmetros de planejamento urbano e conseqüentemente de projeção de consumo que devem, com o crescente avanço do mercado imobiliário tornar toda a área dos distritos atraente ao uso do gás.
- Um segundo grupo de atratividade é formado por distritos de menor densidade residencial e portanto, menor sofisticação de comércio e serviços, como o Tucuruvi, Casa Verde, Vila Sônia, Vila Medeiros, Rio Pequeno e Cursino, que estão em estágio intermediário de atratividade, que pode ainda não justificar a expansão em todo o território. Junto a esse grupo estão distritos que iniciam seu processo de verticalização e podem até vir a curto e médio prazo se juntar ao primeiro grupo de atratividade, são eles: Vila Andrade e com menor ênfase, Raposo Tavares (mas que estão localizados em um anel mais distante do núcleo já servido).
- Já distritos como Mandaqui, Sacomã, Jaguará e Cachoeirinha devem ser os menos atrativos desse grupo quando se considera sua ocupação horizontal ou vertical de baixa renda, ainda não adaptada à instalação predial para o gás natural e pela inexpressiva concentração de serviços. Porém a pequena concentração industrial pode ser uma alavanca de implantação de áreas específicas.

Figura 6.2. Índice de Atratividade – Distritos com 30% de Rede Implantada

Nota: mapa base: SEMPLA, 2006. Figura sem escala. Vide nome dos bairros no anexo da pg. 171



São Paulo – Distritos com 15% de Rede de Gás Natural já implantada

Neste grupo estão elencados distritos com características urbanas intermediárias entre àqueles com maior porção do território já servido (sem estar completamente servido) e outros onde a rede inexistente. O ranking qualidade de vida é aquele que mais alterna a classificação em relação aos demais e portanto, não é considerado como determinante na análise. Já nos outros rankings, prevalece uma oscilação entre distritos semelhante e que permite concluir:

- Existe um primeiro grupo de atratividade à rede de GN, formado pela Penha, Vila Maria, Vila Formosa, Vila Prudente, Água Rasa e com menor ênfase, Freguesia do Ó e Vila Guilherme que pode vir a médio prazo, constituir um mercado para uso de gás canalizado. Atualmente a indicação é buscar as áreas verticalizadas que estão em expansão na Penha e Vila Prudente ou com alguma concentração industrial.

O adensamento da rede já implantada parece ser difícil já que nesses distritos, são poucos os lançamentos imobiliários (que facilitam inserção do GN no uso diário). A maior possibilidade é o uso industrial pontual.

- O segundo grupo que é formado pelos distritos: Limão, São Lucas, Campo Grande, Ermelino Matarazzo, Itaquera, Vila Matilde, Cangaíba, Cidade Dutra, São Miguel Paulista, São Domingos e com menor ênfase, Capão Redondo e Campo Limpo, que apresentam perfil semelhante ao grupo anterior, mas com menor renda, maior distância de áreas já servidas por GN e quando em áreas verticalizadas, estas são conjuntos habitacionais (que só partir de 2004-2005 tem instalações para gás).

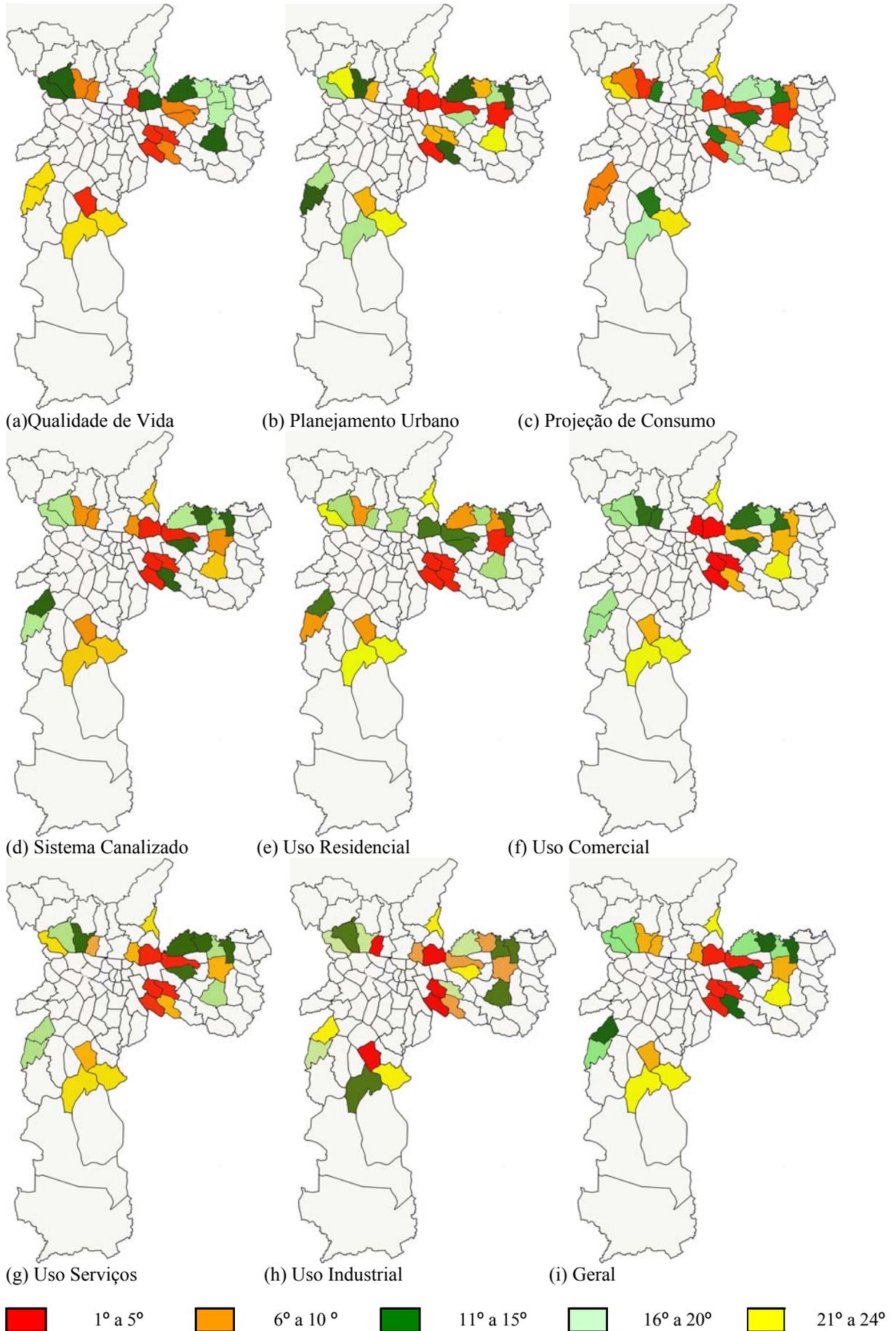
A grande densidade demográfica localizada na maioria desses distritos não é suficiente para torná-los atrativos visto que a concentração populacional tem pequena parcela de importância na diminuição dos investimentos e somente se torna relevante em locais de maior poder aquisitivo e sofisticação de usos do solo.

- Um terceiro grupo, constituído pela Vila Jacuí, Jaçanã, Pedreira, Pirituba e Parque do Carmo, que não indica grandes possibilidades a médio e longo prazo a não ser para usos industriais pontuais.

De forma geral, esses 24 distritos não constituem expressivo mercado para a rede canalizada de gás natural, salvo se passarem por um processo de intensificação do desenvolvimento urbano, em duas vertentes: a verticalização residencial e/ou o estabelecimento de pólos industriais (como por exemplo, ao longo da Estrada Jacu-Pêssego), que deve ser aliada a cultura e hábito do uso do GN e à tarifas que fortaleçam a substituição de energia elétrica e GLP.

Figura 6.3. Índice de Atratividade – Distritos com 15% de Rede Implantada

Nota: mapa base: SEMPLA, 2006. Figura sem escala. Vide nome dos bairros no anexo da pg. 171



São Paulo – Distritos Sem Rede (ou rede pontual)

Nestes distritos da extrema periferia, a análise conjunta da área ao redor, é ponto crucial na demonstração da viabilidade de expansão da infra-estrutura, já que a rede é inexistente e os parâmetros urbanos estão dispersos, às vezes favorecendo a atratividade, outras indicando total ausência de atrativos à rede. Este é o estudo de caso onde a qualidade de vida tem maior importância, já que existem graves déficits em redes prioritárias como o abastecimento de água e a coleta de esgotos.

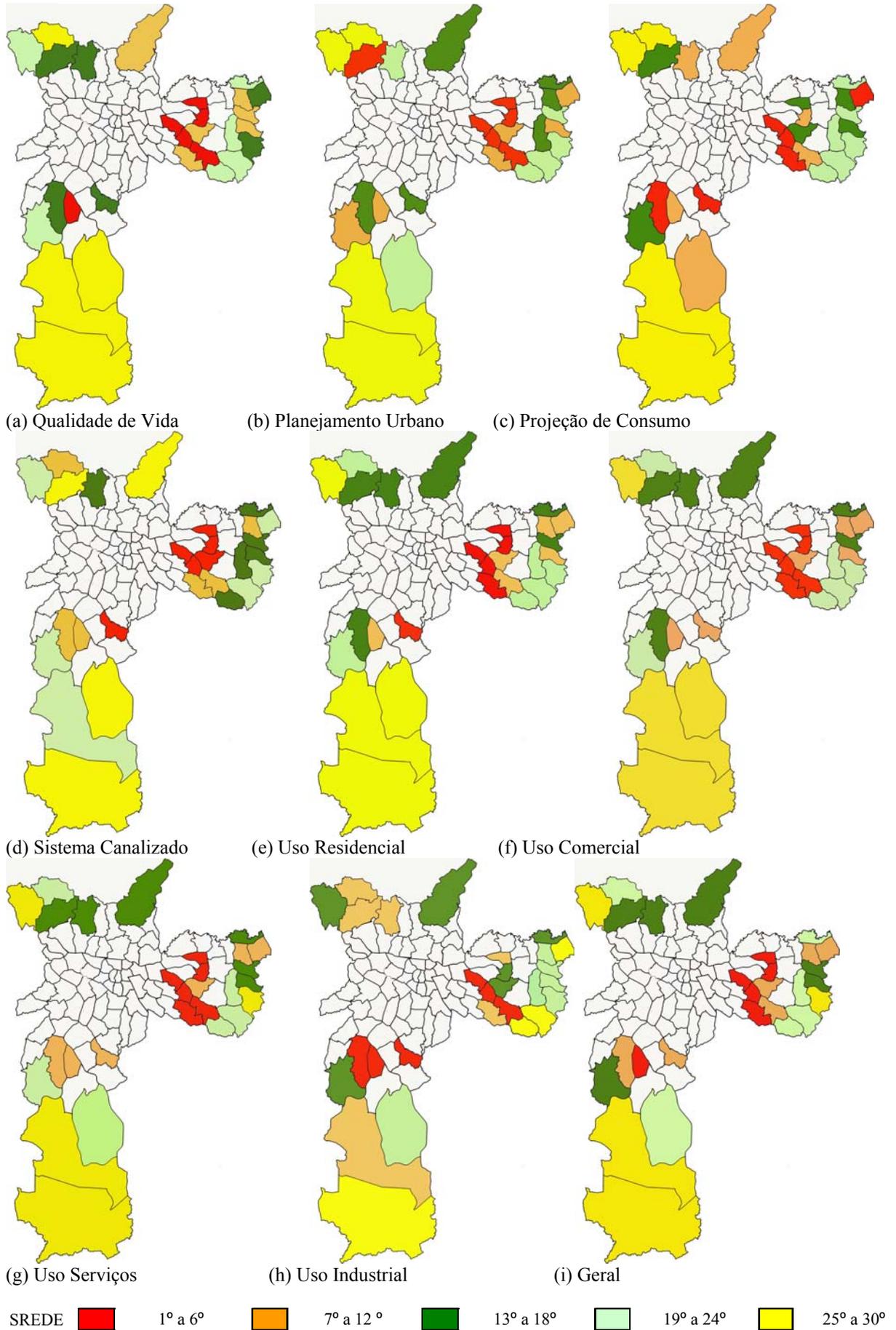
A avaliação individual pode não corresponder a realidade, pois, a distância, a baixa renda da população e os vazios urbanos, podem ser suplantados pelas características dos bairros vizinhos (análise dos outros grupos simultaneamente) que poderão representar maior atratividade para a ampliação do serviço de gás natural.

- Neste caso, um primeiro grupo de quatro distritos apresenta posicionamento relevante em todos os rankings: Aricanduva, Carrão, Artur Alvim e Ponte Rasa, que possuem características semelhantes aqueles do caso 1, como Vila Formosa e Água Rasa. Os dois primeiros com propensão ao acréscimo de densidade construída residencial e o último, com possibilidades pontuais de uso industrial.
- Um segundo grupo, concentra distritos que oscilam entre os rankings Sapopemba, Socorro, Cidade Líder, Cidade Ademar e São Mateus, que apresentam grande concentração populacional horizontal e no caso de Socorro, concentração industrial em continuidade ao desenvolvimento de Santo Amaro. Porém o uso do GN canalizado deve percorrer ainda a vizinhança (analisados nos outros estudos de caso) ao redor desses distritos, para a longo prazo, torná-los um pouco mais atraentes.
- Já um último grupo, formado por 19 distritos, tem como características determinantes, a baixíssima renda (como Sapopemba, Brasilândia, São Rafael, Perus, Vila Curuçá), problemas em outras redes de infra-estrutura (como em Jardim São Luís e Jardim Ângela), conjuntos habitacionais sem instalação para gás (Lageado, Cidade Tiradentes, Iguatemi, José Bonifácio), pouca concentração industrial, grande distância de áreas já servidas pelo gás canalizado (como Grajaú, Jaraguá, Jardim Helena e Itaim Paulista), grande restrições de zoneamento e conseqüentemente de desenvolvimento e sofisticação dos usos do solo, além de estarem alguns, localizados em área de proteção ambiental (como Marsilac, Parelheiros, Tremembé, Anhanguera).

Para esses distritos, recomenda-se que o uso do gás natural seja difundido através do gás comprimido ou liquefeito, sem previsão de desenvolvimento que seja atraente a implantação do serviço em rede.

Figura 6.4. Índice de Atratividade – Distritos sem rede

Nota: mapa base: SEMPLA, 2006. Figura sem escala. Vide nome dos bairros no anexo da pg. 171



São Paulo – Adensamento do distrito do Morumbi

No estudo de adensamento, a análise do empreendimento imobiliário “Campos de São Paulo” mostra que, mesmo em locais onde parece não haver mais como adensar o uso da rede existente, o mercado imobiliário persiste criando novas chances de incrementar o uso do gás natural para média e alta renda. Outros exemplos podem facilmente ser citados: a Vila Olímpia e até mesmo a Barra Funda, com processo crescente de substituição e sofisticação de usos, constituem áreas de bom potencial de exploração para a rede canalizada.

Outro ponto marcante consiste na verificação de que vários distritos centrais estão subutilizando a infra-estrutura de GN, como os bairros que se caracterizam pela evasão populacional do centro histórico da cidade de São Paulo mas, que tendem a passar por um processo de requalificação para baixa e média renda podendo vir a utilizar a rede já implantada.

Região Administrativa de Araçatuba

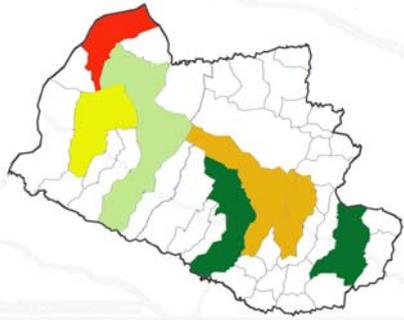
Neste estudo a inclusão do uso agropecuário, gera modificações na importância de parâmetros como a taxa de urbanização. Verifica-se a variação entre posições dos 9 rankings, destacando o ranking geral como um resumo das características de atratividade dos oito municípios estudados:

- Como grupo de maior atração ao uso da rede canalizada, os municípios de Araçatuba, Birigui e Ilha Solteira, pelos mesmos motivos que atraem o serviço na região metropolitana de São Paulo: verticalização residencial, distritos industriais e maior presença de prestação de serviços. Penápolis também pode ser incluído nesse grupo, por apresentar desenvolvimento urbano maior que a maioria dos municípios da região, porém aparece com pequena atratividade no ranking oriundo da projeção de consumo.
- Um segundo grupo, onde estão os municípios de Guararapes e Pereira Barreto em situação intermediária de atratividade por serem mais horizontais mas, que expressaram boa projeção de consumo.
- E por fim, Mirandópolis e Andradina, com os menores índices de ocupação residencial, comercial e serviços, piores condições de atendimento por redes básicas e indicadores de planejamento urbano.

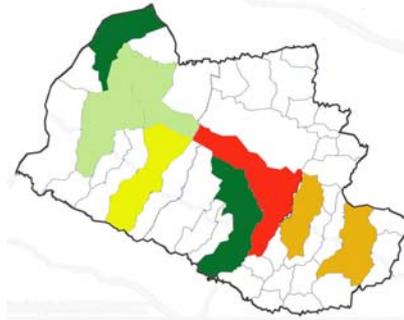
De forma geral, essa região tem muita oferta de vários tipos de energia, desde a presença próxima do GASBOL e das hidrelétricas, até experiências bem sucedidas com o uso de energia solar (como no caso de Birigui). Para a difusão da rede canalizada que já existe pontualmente em Araçatuba, as vertentes de atração se resumem aos distritos industriais de

Figura 6.5. Resumo do Índice de Atratividade – RA Araçatuba

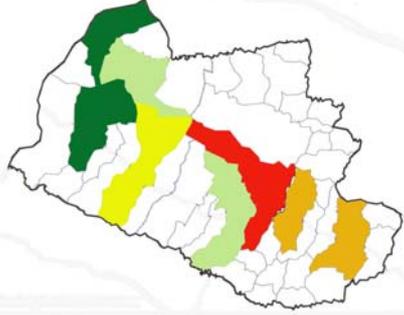
Nota: mapa base: SEADE, 2007. Figura sem escala. Vide nome dos bairros no anexo da pg. 172



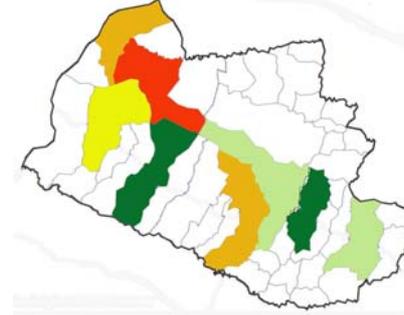
(a) Qualidade de Vida



(b) Planejamento Urbano



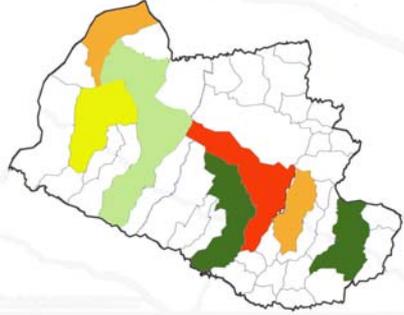
(c) Projeção de Consumo



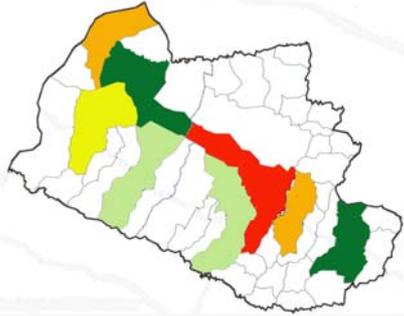
(d) Sistema Canalizado



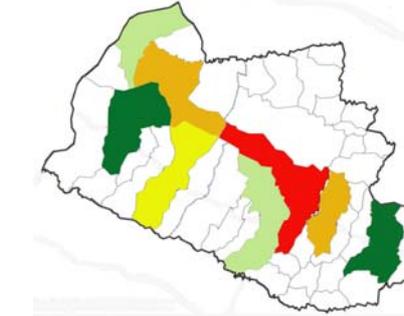
(e) Uso Residencial



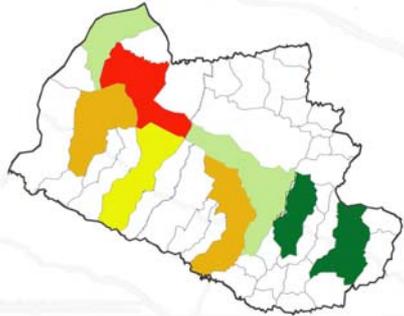
(f) Uso Comercial



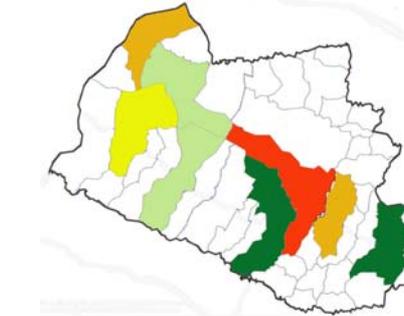
(g) Uso Serviços



(h) Uso Industrial



(i) Uso Agropecuário



(j) Geral



cada município e na sofisticação do setor turístico. Já a intensificação do mercado imobiliário para uso residencial, parece não ser determinante em nenhuma das cidades. A grande porção do território baseada na agricultura e pecuária não atrai a rede canalizada de GN, dado o vasto território a percorrer sem demanda que justifique o investimento na obra civil.

6.2. A Dinâmica Urbana

A análise dos graus de contribuição de cada parâmetro e aos rankings de atratividade ressaltam de forma geral, a relevância dos seguintes parâmetros:

- Desenvolvimento Urbano;
- Zoneamento;
- Distância da área já servida e Extensão das vias;
- Usos do solo residencial, comercial e serviços e no caso da região de Araçatuba, o uso agropecuário;
- Densidades construídas residencial, comercial e serviços;
- Densidade Demográfica, Renda familiar e vias de grande tráfego;
- Número de unidades domiciliares, estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços;
- Uso do solo industrial, densidade construída industrial e número de instalações industriais;
- Índice de Desenvolvimento Humano e Índice de Exclusão Social;
- Lançamentos imobiliários residenciais e de serviços.
- A condição de redes de infra-estrutura prioritárias e taxa de urbanização (que embora tenham a melhor contribuição, pouco interessa do ponto de vista da projeção de consumo e do custo da obra civil);

6.3. Aprimoramento do Software

Em todos os casos, o ranking geral sempre traduz a realidade. Assim, mesmo que seja de interesse um âmbito específico representado por qualquer um dos outros oito rankings, é interessante sempre compará-lo a resposta global.

O modelo propicia a detecção de diferenças internas às tendências “globais” da cidade, através da síntese de parâmetros variáveis. A abordagem das variáveis em diferentes unidades territoriais também promove leituras diversificadas da cidade, quanto maior a agregação, uma maior homogeneização ocorre, escondendo realidades “locais”. Desta forma, a unidade territorial de análise utilizada deve se adequar aos objetivos da pesquisa, ou seja, ao nível de detalhes que se deseja e que é possível chegar. Assim, é interessante sempre que possível usar menores células de estudo e aumentar a precisão dos rankings.

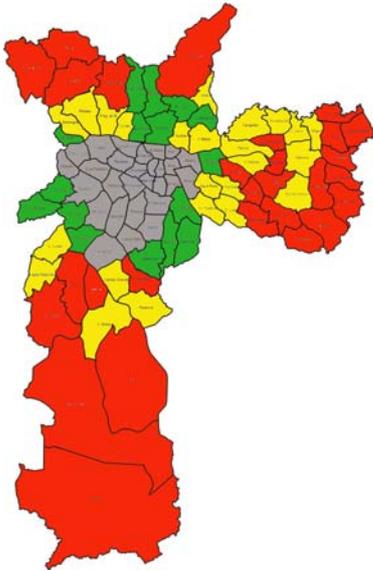
O modelo permitiu verificar quais as variáveis determinantes na produção de um indicador e testar a contribuição relativa de cada um, construindo um indicador composto a partir de um conjunto de indicadores urbanos adaptados ao estudo da rede canalizada de gás natural. O mesmo modelo indica vertentes de adaptação a alguns grupos de estudo:

- Em engenharia de modelos: a revisão matemática e a proposição de novas maneiras de se calcular o índice e incorporar verificações sobre a consistência dos parâmetros dentro do próprio protótipo; Criar subsídios que permitam “linkar” o banco de dados aos órgãos oficiais, facilitando a atualização automática dos parâmetros (embora poucos deles se modifiquem com grande velocidade, como a demografia e o número de unidades locais);
- Em planejamento urbano: estudar o mercado imobiliário através da adaptação dos parâmetros para criação de um modelo detalhado de transição de usos do solo; Inserir o conceito de “hospitalidade urbana” (GRINOVER, 2007), visando a análise da inserção das redes de infra-estrutura nas atividades humanas;
- Em energia: usar o modelo da dinâmica imobiliária para verificar demandas crescentes por energia e problemas de adensamento da capacidade instalada de outras infra-estruturas em rede, como por exemplo, a energia elétrica, considerando a relação: mercado imobiliário versus aumento de consumo versus estações distribuidoras (espaço, distâncias, custos) e qualidade do serviço.
- No caso específico do gás natural: criar modelo incluindo aspectos de sistema viário para a difusão do gás natural comprimido ou liquefeito e também desmembrando o papel do plano diretor no zoneamento e na questão ambiental urbana para armazenamento e transporte do GN nessa condição, elencando os pró e contra quando da comparação com o sistema em rede; Ampliar a esfera geográfica do estudo e a discussão entre a oferta de gás natural.
- Em economia: adaptar os parâmetros e a modelagem a determinações mais específicas sobre a projeção de receita líquida da concessionária.

6.4. Conclusões

Na análise da Cidade de São Paulo, o resultado induz a hipótese que os locais com melhores características urbanas são àqueles que recebem primeiro o serviço. Essa conclusão (vide figura 6.6.) pode ser feita imaginando a cidade como uma série de escamas com diferentes camadas, sendo o centro das escamas, associado ao centro expandido, que compreende os primeiros bairros da cidade a usarem o gás em rede. A próxima lamina é constituída por um anel que envolve o centro é que coincide com um misto entre a área

servida em até 30% e a área servida em até 15% por rede de gás natural, que respectivamente vai se distanciando do centro, se tornando menos sofisticado em termos de usos residenciais, de comércio e serviços, mas que ainda concentra indústrias que podem atrair o uso do gás canalizado. A lâmina externa representa os distritos periféricos que embora muitas vezes com alta concentração populacional e verticalização residencial, perdem em qualidade de vida, renda, projeções de expansão e sofisticação de usos (e consequente demanda por energia) e estão mais distantes da área coberta pela rede, dificultando e onerando sua implantação.



A figura ao lado, mostra que a rede foi implantada e continua sendo, em torno dos 28 distritos inicialmente servidos (na cor cinza), respeitando a presença de melhores características urbanas. Os 16 distritos, com mais ou menos 30% de sua área coberta (em verde) fazem um semi-contorno sobre a região inicial, e assim também os 24 distritos servidos em 15% de seus territórios (em amarelo) e por fim, no contorno externo os 28 ainda não servidos (em vermelho) e com menor incidência de boas características conforme propõe o modelo de análise de mercados para a rede de gás natural.

Figura 6.6. Resumo das “zonas” de cobertura da rede canalizada de gás natural no Município de São Paulo. Figura sem escala.

No Município de São Caetano do Sul, acontece o mesmo somada ainda, a possibilidade de verificação em tempo real da resposta obtida pelo modelo e a concreta implantação do serviço. As áreas com maior poder aquisitivo, maior verticalização e sofisticação de usos, com menores restrições de zoneamento e maior incremento do mercado imobiliário são as primeiras a ter o gás natural, ainda que em início de expansão. Em segundo plano, vêm os bairros com grande uso industrial e em terceiro lugar aqueles que não apresentam nenhum destaque em quaisquer dos indicadores.

Não diferentemente das outras análises, os indicadores elencados no modelo determinam para a região de Araçatuba, a direção da expansão da rede de GN, em bairros verticalizados, concentração de hotéis, restaurantes e distritos industriais. Mas deve-se lembrar que nessa região, o relevante uso agropecuário, a presença de hidrelétricas, o uso de gás liquefeito e a difusão do uso de energias alternativas como a solar, diminuem a atração ao uso do gás canalizado.

Fica assim constatado que a seleção de parâmetros vinculados ao perfil das cidades pode ser adaptada ao estudo de mercado para a rede de gás natural traduzindo as possibilidades de consumo em um cenário de características urbanas. Porém a ampliação de mercado depende, além de boas características urbanas de uma série de medidas que facilitem a difusão de uso do gás natural como menciona MOUTINHO DOS SANTOS *et al*, (2002, p.101):

“A penetração do gás natural não é portanto um processo pacífico; envolve conflitos de interesses importantes e, em geral, impõe ao energético substituído a obrigação de adaptar-se a uma nova realidade concorrencial, procurando novos mercados, modernizando as instalações em busca de maior eficiência, investindo em novas tecnologias, novas infra-estruturas e sistemas logísticos alternativos e também envolve uma escolha voluntária das sociedades humanas que tenham atingido níveis elevados de desenvolvimento, industrialização e urbanização passando a privilegiar outros valores no momento de decidir sobre as suas fontes energéticas”.

Como instrumento auxiliar da difusão sustentável da implantação desse serviço, é necessário que os decretos referentes a geoprocessamento das redes do subsolo, sejam efetivamente implantados em todos os centros urbanos passíveis de atrair o serviço, facilitando sempre que possível tecnicamente o uso do método não destrutivo e que os planos diretores que atualmente não fazem menção a metas de atendimento por infra-estrutura consideradas “não-prioritárias” como o gás natural, auxiliem nas diretrizes de incorporação dessa rede em todas as classes sociais.

Para que haja maior potencial de expansão do serviço em rede, faz-se necessária também a intensificação da relação entre concessionárias, projetistas de instalações de gás e toda a construção civil, o desenvolvimento de equipamentos para diversos fins que possam utilizar o GN, além do auxílio de órgãos públicos na implementação da infra-estrutura e na divulgação do uso do gás natural enquanto agente de desenvolvimento urbano. A criação de um mercado residencial e comercial baseado na introdução gradativa do gás natural nos usos cotidianos pode acabar por induzir uma clientela que viabilize a introdução de canalização de distribuição. A proposta de estudar mercados para o gás natural a partir de informações urbanas, visa interar a dinâmica das cidades ao desenvolvimento de outras fontes energéticas, com a intenção de introduzir um conceito de distribuição em rede, que pode ser relevante, se equilibrar tarifas e nível de atendimento do serviço, propiciando o incremento da qualidade de vida da população e otimizando processos produtivos.

CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Modelo para a determinação do Mercado de Gás Natural no Brasil**. Rio de Janeiro, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Propostas para o Novo Modelo de Indústria do Gás Natural no Brasil – Resumo Executivo**, Rio de Janeiro, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Projeto Malhas**, Rio de Janeiro, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Lista de Postos de Gasolina nos Municípios de São Paulo e São Caetano do Sul**. Rio de Janeiro, 2006.
- ALFRED L. **The Attractiveness Principle Applied to Urban Dynamics**. In: System Dynamics Review, Nova York, 1975.
- ALLEN, E.. **Techniques of attitude scale construction**. New York: Appleton Century Crofts, 1987. 189p.
- ALONSO, W. **Location and land use**. Cambridge, Harvard University Press, 1964.
- ARAÚJO, T. N. L.; RAMOS, M. O. S.. Avaliação do perfil de crescimento das empresas distribuidoras de gás natural no Brasil nos últimos cinco anos. In: **Revista Petro & Química**, nº. 289, outubro, 2006.
- ARECCO DO BRASIL. **Tecnologia**. Site de acesso: <http://www.areccodobrasil.com.br>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA. Métodos não destrutivos para dutos subterrâneos. São Paulo. In: **Revista O Empreiteiro**, maio, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA. **Tecnologia**. Endereço de Acesso: <http://www.abratt.com.br>, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO GÁS NATURAL - Abegás. O mercado de gás natural no Brasil em 2006. In **Revista Gas Net**, março, 2006.
- AWAZU, J.. Rede chega aos pequenos. In: **Revista Energia & Mercados**, fevereiro, 2005.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES.
Legislação de Uso e Ocupação do Solo. Brasília, 1996.

BANDEIRA, M.I.,V.Q.B.; ARRUDA, J. B.F.. Metodologia de Suporte à Expansão da Rede de Distribuição de Gás Natural Através da Identificação da Demanda Potencial com Base no Uso do Solo Urbano. In: **Rio Oil & Gas**, 2004.

BENACHOUR, M. et al. Estudo técnico-econômico do Processo de Produção de Gesso em Forno Rotativo Contínuo com Uso de Gás Natural. In: **Rio Oil & Gas**, 2004.

BEZERRA, V. Cresce o uso de tubos de polietileno pelas distribuidoras de gás natural. In: **Revista Gas Brasil**, Rio de Janeiro, número 10, 2005.

BRASIL ENERGIA. Comgás inova na tecnologia do polietileno. São Paulo, In: **Revista Brasil Energia**, agosto, 2004.

COMISSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE ENERGIA. **Gás Natural.** Endereço de Acesso: <http://www.cspe.gov.br>, 2006.

COMPAGÁS. Compagás amplia fornecimento de gás natural a restaurantes. In **Revista Gas Net**, junho, 2005.

COMPAGÁS. Especificações sobre rede de transporte e rede de distribuição. In: **Revista Gas Net**, 2006.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Estudo de viabilidade para o uso do GN.** Endereço de acesso: <http://www.comgas.com.br>, 2003.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Gás em evolução.** São Paulo, Comgás, Apostila, 1998.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Gás natural: mais energia para São Paulo.** São Paulo, Comgás, Apostila, 1997.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Mapa da área Coberta pela Rede.** São Paulo, COMGÁS, 2006.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Os benefícios do Gás natural para a indústria cerâmica.** In: **V Encontro Brasileiro dos Profissionais do Mercado do Gás**, 2004. (slides).

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Plano de Negócios**. São Paulo, Comgás, 2004.

COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. **Tarifas/ Usos do Gás Natural**. Endereço de acesso: <http://www.comgas.com.br>, 2007.

COMISSÃO DE SERVIÇOS DE PÚBLICOS DE ENERGIA. **Regulação do gás canalizado no Estado de São Paulo**. São Paulo, CSPE, 2000. (slides).

COMISSÃO DE SERVIÇOS DE PÚBLICOS DE ENERGIA. **Audiência pública de gás canalizado, 15/09/2003**. São Paulo, CSPE, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CIESP. **Gás natural e a indústria**. Rio de Janeiro, Coleção José Ermírio de Moraes, 1989.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Anuário das Indústrias**. São Paulo, 2007.

COSTA FILHO, M.A.F. et al. Projeto de Conversão do Sistema de Distribuição de Gás Canalizado na Cidade do Rio de Janeiro. In: **Rio Oil & Gas**, 2004.

COUTINHO, M.A. A experiência da Comgás em MND. In: Construção e Recuperação de Redes Subterrâneas de Infra-Estrutura. Campinas, **Seminário ABRATT**, 2007. (slides).

DINCA, J. A multi-criteria approach to evaluate the natural gas energy systems. In: **Energy Police**, 2007 (a ser publicado).

DECISION LENS. **Manual de Uso**. Nova York, 2006.

DOMINGOS, S. **Análise e avaliação de possibilidades de sistematização e gestão integrada de sistemas de infra-estrutura urbana**. São Paulo, Tese (Doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE ESTUDOS DE PATRIMÔNIO. **Relatório anual sobre número de lançamentos imobiliários por região**. São Paulo, Embrasesp, 2004.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO. **Aplicação do Modelo de Dinâmica Urbana de Forrester: a Grande São Paulo**. São Paulo, EMPLASA, 1982.

FAGÁ, M. T. W. A auto suficiência não é importante. São Paulo, In: **Revista Brasil Energia**, outubro, 1998. P.121 - 124.

- FAGÁ, M.T.W. **Termelétricas ignoraram a Segunda Lei**. São Paulo, Jornal Correio da Cidadania, Junho de 2005. P.13.
- FERRAZ, J C F. **Crescimento populacional, urbanização e desenvolvimento**. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1991.
- FORRESTER, J. W.. **Urban Dynamics**. Cambridge, M.I.T. Press, 1969, 285p.
- FOSSA, A.J. PIERROBON NETO, E.; CHAGURI, J.J.. Substituição da energia elétrica pelo gás natural nas maiores demandas de uso residencial e comercial. In: **II Encontro Brasileiro dos Profissionais do Mercado do Gás**, 2000.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Pesquisa da Atividade Econômica Paulista 2001**. São Paulo, Seade, 2002.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Pesquisa Municipal Unificada**. São Paulo, Seade, 2004.
- GÁS BRASIL. Conheça a Comgás, Companhia de Gás de São Paulo. São Paulo, In: **Revista Gás Brasil**, dezembro, 2004.
- GAS NATURAL SÃO PAULO SUL. Ajinomoto economiza mais de 10% substituindo óleo combustível por GN. In **Revista Gas Net**, junho, 2006.
- GEOMARKETING. **Estudo de mercado**. Site de acesso: <http://www.geomarketing.com.br>, 2005.
- GLOSK. **Mapas da Região Administrativa de Araçatuba e do Município de São Caetano do Sul**. Endereço de acesso: <http://www.glosk.com>, 2007.
- GOMES, I. C.. **Análise do mercado e do preço competitivo de gás natural em São Paulo**. Dissertação (Mestrado), Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 1996.
- GREGHI, A.P. **O bairro de R\$ 1.000.000.000,00**. Revista Isto é Dinheiro, 20 de dezembro, 2006.

- GRINOVER, L.. **A hospitalidade, a cidade e o turismo**. 1. ed. São Paulo: Aleph, 2007. v. 1. 194p.
- GRINOVER, L.. A dimensão ambiental e as redes de cidades no planejamento urbano e regional. In: **Seminário sobre Desenvolvimento Sustentável Urbano**, 1991, Belo Horizonte, 1991.
- GROENENDAAL, W.V.. **The economic appraisal of natural gas projects**. New York, Oxford University Press for the Oxford Institute for Energy Studies, 1998, 230p.
- GUALDA, N. **Meio ambiente: Custos e Limites de urbanização**. São Paulo, Série Estudos Avançados, 1992.
- HROVATIN, N. et al. European Gas Distribution Benchmarking and the Need for Harmonisation. In: **7th IAEE European Energy Conference**, Bergen (Norway), 1998.
- INFORME INFRA-ESTRUTURA. **Perspectivas para o gás natural**. Brasília, BNDES, Área de Projetos de Infra-estrutura, Volume 17, 1997.
- INTERNATIONAL CODE COUNCIL. **International building code 2000**. Falls Church, Va. 2000.
- INTERNATIONAL GAS ENGINEERING & MANAGEMENT. Largest Live Gas Main Insertation Avoids Disruption. IN: **Revista IGEM**, Londres, abril, 2004, p.14-15.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY. **Trenchless techniques**. Endereço de Acesso: <http://www.istt.com/>, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro Nacional das Atividades Econômicas**. Rio de Janeiro, IBGE, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000. Características da população e dos domicílios – Resultados do Universo – Notas Metodológicas**. Rio de Janeiro, IBGE, 2001 substituir 1991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Endereço de Acesso: <http://www.ibge.gov.br>, 2007.
- INSTITUTO- AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - IDAD. **Estratégia Ambiental**. Portugal, 2005.

- INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Recomendações sobre a política para o gás natural**, São Paulo, IE. Disponível no site: <http://www.ie.org.br>, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. **Geoprocessamento e Suporte à Decisão**. São José dos Campos, 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA – Divisão de Energia. Avaliação e Desenvolvimento de equipamentos à gás natural na indústria alimentícia. In: **V Encontro Brasileiro dos Profissionais do Mercado do Gás**, (apresentação em pdf), 2004.
- KENNEDY, J. L.. **Oil and gas pipeline fundamentals**. Tulsa, Okla: PennWell Books, 1993.
- LAJOTO, R. D.. **Conservação de energia na indústria têxtil**. São Paulo, IPT, 1982.
- LAVERGNE,F.. **Économie Politique des Équipements Collectifs**. Paris, Economica, 1979.
- LEMOS, M.B. A Dinâmica Urbana da Regiões Metropolitanas Brasileiras. In: **Projeto Dinâmica Demográfica, Desenvolvimento Regional e Políticas Públicas (CNPq)**, Belo Horizonte, 2003.
- LINDAU, L. A. et al.. Metodologia para Avaliação de Cenários de Demanda pelo Gás Natural (Projeto Demangás). In: **Rio Oil & Gas**, 2004.
- NAJAFI, M.. **Trenchless technology: pipeline and utility design, construction, and renewal**. New York : McGraw-Hill, 2005.
- MACHADO, R. P. P.. **Um modelo geoespacial de uso do solo e demografia: o caso do Município de São Paulo**. São Paulo, Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2001.
- MALISZ, B. **La formation des systèmes d'habitat: esquisse de la théorie des seuils**. Paris: Dunod, 1972.
- MARANHÃO, R. **Capital estrangeiro e estado na eletrificação brasileira: a light, 1947-1957**. São Paulo, Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1993.
- MASCARÓ, J. L.. **Custos de infra-estrutura: um ponto de partida para o desenho econômico urbano**. São Paulo, Tese (Livre-Docência), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da

Universidade de São Paulo, 1979.

MASSARA, V.M.. **O perfil da infra-estrutura no Município de São Paulo e sua relação com as transformações de uso do solo: o centro expandido e a região de São Miguel Paulista.**

São Paulo, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

MATTAR, F. N.. **Pesquisa de marketing.** São Paulo, Atlas, 2001.

MEIER, E.P. **Memória do ciclo de infra-estrutura urbana na área central de São Paulo.** São Paulo, Associação Viva o Centro, 1997.

MEILLER, J. L.. O problema do gás em São Paulo. São Paulo, IPT, **Separata da Revista Engenharia**, ano VI, 1947.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo – Guia para a Elaboração pelos Municípios e Cidadãos.** Brasília, 2006.

MOCHIZUKI, M.F.A.; OLIVEIRA, M.P.S. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses do Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo.** São Paulo, IEE/USP, 2006.

MORAES, S. E. G.. **O mercado de gás natural no Estado de São Paulo: histórico, cenário, perspectivas e identificação de barreiras.** Dissertação (Mestrado), Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2003.

MORALES, M. E.; ROSA, L. P. ; CECCHI, C. ; DAVIGNON, A. . O Gás Natural na América Latina, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. In: **Cadernos de Energia**, Rio de Janeiro, 15 jun. 1995.

MORALES, M. E.; SCHWOB, M. R. V. ; HENRIQUES, M. ; ESTEVES, R. . **Avaliação e otimização de Dispositivos de Conversão a Adaptação de Motores para o Gás Natural.** In: 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás, 2003, Rio de Janeiro.

MORITA, H.. **Revisão do Método de Análise Hierárquica – MAH (AHP- Analytic Hierarchy Process).** São Paulo, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

- MOUTINHO DOS SANTOS, E., FAGÁ, M.T.W., VILLANUEVA, L.D., ZAMALLOA, G. **Gás natural: estratégias para uma nova energia no Brasil**. Editora Anablume, FAPESP, PETROBRAS, 2002.
- MOUTINHO DOS SANTOS, E. **Gás Natural**. Site de acesso: http://www.geocities.yahoo.com.br/jbonds_0072001, 2001.
- MOUTINHO DOS SANTOS, E.; FAGÁ, M. T. W. ; BONOMI B.C. ; POUILLALION, P. . O Gás Natural: A Construção de uma Nova Civilização. In: **Estudos Avançados**, v. 59, 2007.
- MUNDOGEO. **Uma Tecnologia Fundamental para o Sucesso de seu Negócio -Geomarketing**. MundoGeo, 2002.
- MUNDO IMAGEM. **Cartões Postais de São Paulo**. Site de acesso: <http://www.mundoimagem.com.br>, 2007.
- MURAKAMI, M. **Decisão Estratégica em TI: Estudo de Caso**. São Paulo, Dissertação (Mestrado), Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, 2003.
- PACHECO, C.A.G.. Análise das Possibilidades de Expansão do Uso do gás Natural na Indústria Cerâmica. In: **3º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás**, 2005.
- PEDROSO. M. **Desenvolvimento Humano no Município de São Paulo**. São Paulo, Dissertação (mestrado), Pontifícia Universidade Católica, 2003.
- PEREIRA BARRETTO, G. O et al. **O planejamento do município e o território rural**. São Paulo, Instituto PÓLIS, 2004.
- PEREIRA, J. C. R.. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências de saúde, humanas e sociais**. São Paulo, EDUSP/ FAPESP, 2001.
- PEREIRA, M.T. et al.. Aplicação do Gás Natural na Indústria Metalúrgica. In: **3º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás**, 2005.
- POLIDRILL. **Tecnologia em Implantação de dutos**. Site de acesso: <http://www.polidrill.com.br>, 2005.
- POULALLION, P.. **Manual do gás natural**. São Paulo, Conselho para assuntos de energia – Coleção José Ermírio de Moraes, Volume 19, 1986.

- PRAÇA, E. R.. **Modelo de minimização dos custos de implantação de infra-estruturas para distribuição de gás natural**. Ceará, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, 2003.
- PRATA, B. A.; ARRUDA, J.B. F.. Análise de Conflitos de Interesse na Distribuição de Gás Natural em Áreas Urbanas: Uma Aplicação da Teoria dos Jogos. In: **Rio Oil & Gas**, Rio de Janeiro, 2004.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ANDRADINA. **Plano Diretor – Lei 17/2006**. Endereço de Acesso: <http://www.andradina.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇATUBA. **Plano Diretor**. Endereço de Acesso: <http://www.aracatuba.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BIRIGUI. **Plano Diretor**. Endereço de Acesso: <http://www.birigui.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARARAPES. **Plano Diretor**. Endereço de Acesso: <http://www.guararapes.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA. **Plano Diretor Participativo**. Endereço de Acesso: <http://www.ilhasolteira.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRANDÓPOLIS. **Características da Cidade**. Endereço de Acesso: <http://www.mirandopolis.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PENÁPOLIS. **Plano Diretor – Lei 1443 de janeiro de 2007**. Endereço de Acesso: <http://www.penapolis.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PEREIRA BARRETO. **Plano Diretor – Lei 3465/2006**. Endereço de Acesso: <http://www.pereirabarreto.sp.gov.br>, 2007.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO CAETANO DO SUL. **Bairros**. Endereço de Acesso: <http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br>, 2006.
- PUTMAN, S. H. **Integrated urban models**. London, Pion, 1991.

- QADER, S. A.. **Natural gas substitutes from coal and oil**. Amsterdam; New York: Elsevier: Distributors for USA and Canada, Elsevier Science Pub. Co, 1985.
- RICKLES, R. N.. **Energy in the city environment**. Park Ridge, Noyes, 1973.
- ROLNIK, R.. **A Cidade e a Lei: legislação, política urbana e territórios na Cidade de São Paulo**. São Paulo, Studio Nobel Fapesp, 1997.
- SAATY, T.. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. Londres, McGraw-Hill, 1980, 320 p.
- SAATY, T..**Mathematical Methods of operations research**. Mc Graw-Hill Book Company, 1959.
- SAATY, T.; VARGAS, L.G. **The Logic of Priorities, Applications in Business, Energy, Healthy, Transportation**. Boston, Kluwer-Nijhoff, 1982, 237p.
- SAATY, T.. **Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process**. Pittsburg, RWS, 1994, 314p.
- SACHS. C.. **São Paulo: políticas públicas e habitação popular**. São Paulo, EDUSP, 1999.
- SANTOS, M. **O Espaço do Cidadão**. São Paulo, Nobel, 1987.
- SÃO PAULO (CIDADE) – Secretaria Municipal de Infra-Estrutura Urbana. **Comissão de Entendimentos com Concessionárias**. In: II Encontro de Redes Subterrâneas de Distribuição de Energia Elétrica, 2004. (slides).
- SÃO PAULO (CIDADE) – Secretaria Municipal de Infra-Estrutura Urbana. **Convias Departamento de Controle de Uso de Vias Públicas**. In: II Encontro de Redes Subterrâneas de Distribuição de Energia Elétrica, 2004. (slides).
- SÃO PAULO (CIDADE)- DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO DE DADOS. **Atlas Ambiental do Município de São Paulo**. São Paulo, Prodam, 2004.
- SÃO PAULO (CIDADE)- DEPARTAMENTO DE PROCESSAMENTO DE DADOS. **Sumário de Dados**. São Paulo, Prodam, 2004.

SÃO PAULO (CIDADE) – Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. **O uso do solo segundo o cadastro territorial e predial.** São Paulo, SEMPLA, 2002.

SÃO PAULO (CIDADE) – Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. **Plano Diretor estratégico do Município de São Paulo 2002-2012.** São Paulo, Sempla, Cd-rom (mapas), 2002.

SÃO PAULO (ESTADO) - Secretaria de Estado de Energia. **Balanco energético estadual 2004: Ano Base 2006.** São Paulo, Secretaria de Estado de Energia, 2007.

SÃO PAULO (CIDADE) - DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE USO DE VIAS PÚBLICAS. **Ações do CONVIAS.** SÃO PAULO, CONVIAS, 2005, (slides).

SÃO PAULO (CIDADE) - Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de São Paulo. **Decreto Estadual Nº 33.** São Paulo, GRAPROHAB, 2003.

SÃO PAULO (CIDADE) – SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA E OBRAS. **Instrução de Reparação de Pavimentos Articulados Danificados por Abertura de Valas.** São Paulo, SIURB, 2004. (slides).

SAO PAULO (CIDADE) PREFEITURA DO MUNICÍPIO. **Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo.** São Paulo, Edipro, 1992.

SAUER, I. L.. **O programa de massificação de uso do gás natural no Brasil.** São Paulo, Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, 2003 (slides).

SEMPLA - SÃO PAULO (CIDADE) – SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **Dinâmica Urbana.** São Paulo, 2006.

SEMPLA - SÃO PAULO (CIDADE) – SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **O uso do solo segundo o cadastro territorial e predial distritos municipais de São Paulo.** São Paulo, SEMPLA, 2001.

SHIMIZU, T. et al. Índice IDH da ONU e a procura de um modelo para melhorar o Brasil. São Paulo, In: **SBPN: Scientific Journal São Paulo**, v. 3, n. 2, 1999.

SCHOWB M., MORALES, M.E. et al.. Avaliação e Desenvolvimento de Equipamentos Industriais de Queima Direta de Gás Natural no Setor de Alimentos. In: **Rio Oil & Gas**, Rio

de Janeiro, 2004.

SPOSATI, A.. **Mapa da exclusão / inclusão social da Cidade de São Paulo**. São Paulo, Educ, 1996.

SPOSATI, A. **Mapa da Exclusão/Inclusão Social da cidade de São Paulo: dinâmica social dos anos 90**. São Paulo, CDRom, 2000.

STRAPASSON, A.B.; FAGÁ, M.T.W.. **A energia térmica e o paradoxo da eficiência energética – desafios para um novo modelo de planejamento energético**. São Paulo, Dissertação (Mestrado), Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo e PRH-04 ANP, 2004.

SULGÁS **Hospitais apostam no gás natural**. In Revista Gas Net, outubro, 2005.

TOMASQUIM, M. et al. **Potencial de cogeração a gás natural – Setores industrial e terciário do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Edições COPPE/ UFRJ, 2003.

TOMASQUIM, M. et al. **Mercado de gás natural na indústria química e no setor hospitalar do Brasil**. Rio de Janeiro, Edições COPPE / UFRJ, 2003.

TORGENSEN, W. S. **Theory and Methods of Scaling**. New York, John Wiley, 1958.

UDAETA, M.E.M.; BURANI, G.F.; MAURE, J.O.A.; OLIVA, C.R.O. . Economics of Secondary Energy from GTL Regarding Natural Gas Reserves of Bolivia. In: **Energy Policy**, v. 35, 2007.

UDAETA, M. E. M., et al.. Brazil natural gas market as a factor for energy integration in Latin América. In: **International World Energy System Conference - WESC: proceedings**. Tokyo, 2002.

UDAETA, M. E. M.; BURANI, G. F.; FAGÁ, M. T.W. ; RIGOLIN, P. H.C.. **Pesquisa Tendências Tecnológicas e Demanda Profissional do Setor Petróleo e Gás**. São Paulo, Programa de Recursos Humanos Nº. 4 da Agência Nacional do Petróleo, 2004.

UDAETA, M.E.M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR para o Setor Elétrico (Pensando o Desenvolvimento Sustentável)**. São Paulo, Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.

- UDAETA, M.E.M. **Relatório Final -Resultados do Projeto: Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável- Fase 1.** São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.
- UDAETA, M.E.M. et al. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos na USP.** Endereço de Acesso: <http://www.seeds.usp.br/pir/>, 2007.
- USGS – SCIENCE FOR A CHANGING WORLD. **Analyzing Land Use Change In Urban Environments.** Endereço de Acesso: <http://edcwww2.cr.usgs.gov/urban>, 2006.
- VEIGA, J. E. **Do crescimento agrícola ao desenvolvimento rural.** Rio de Janeiro, Manual do BNDES, 2002.
- VETTER, D. M., MASSENA, R.M. R., RODRIGUES, E.F.. **Espaço, valor da terra e equidade dos investimentos em infra-estrutura urbana: uma análise do Município do Rio de Janeiro,** 1982.
- VIEIRA, P. et al. **Benefícios Ambientais do Gás Natural no Estado da Bahia.** In: 3º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás, 2005.
- VILLAÇA, F. J.M.. **Estruturação da Metrópole Sul Brasileira. Coletânea de Mapas.** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1978.
- VILLAÇA, F. J.M.. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo, Studio Nobel, 1998.
- WERMERSCH, F. G.. GIS no desenvolvimento urbano: onde aplicar? In: **GEOInteligência 2005 - 2º Fórum Latino-Americano de Proteção e Gerenciamento Crítico de Infra-Estrutura de Serviços Públicos,** 2005. (slides).
- WILLIAMS, N.. **The structure of urban zoning and its dynamics in urban planning and development.** New York: Bittenheim Pub. Corp., 1966.
- ZMITROWICZ, W. **As funções Urbano-Rurais como Condicionantes da Implantação de Zoneamento na Cidade de São Paulo.** São Paulo, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1979.

Publicações sobre a tese

- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M.T.W.; UDAETA, M.E.M.. Protótipo de Software para Auxílio na Tomada de Decisão sobre a Expansão e Adensamento da Rede de Distribuição de Gás Natural. In **4º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás**, Campinas, 2007.
- MASSARA, V.M.; UDAETA, M.E.M.; FAGÁ, M.T.W.. Aplicação da Análise Hierárquica Através dos Fatores Técnicos, Sociais e de Dinâmica das Cidades para Previsão da Expansão da Rede de Gás Natural. In **4º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás**, Campinas, 2007.
- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M.T.W.; UDAETA, M.E.M.. A Importância do Método não Destrutivo na Implantação de Redes de Gás Natural em cidades Consolidadas. In **4º. Congresso de P&D em Petróleo e Gás**, Campinas, 2007.
- MASSARA, V.M. Software para Análise da Expansão da Rede de Distribuição de Gás Natural. In: **Rio Pipeline**, Rio de Janeiro, 2007.
- MASSARA, V.M. FAGÁ, M.T.W.; UDAETA, M.E.M.. Avaliação de mercado para a rede canalizada de gás natural com base no conceito de dinâmica urbana. **Revista Brasileira de Energia**, 2007/08. (em avaliação).
- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M.T.W.; UDAETA, M.E.M.. Modelagem de Protótipo para Análise da Distribuição de Gás Natural com Base em Indicadores Urbanos. **Revista Petro & Química**, 2007.
- MASSARA, V.M. FAGÁ, M.T.W.. The Advance of Natural Gas Market Using Urban Information – Case Study in Sao Paulo City. **Brazilian Journal of Petroleum and Gas**, 2007.
- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M.T.W.. A Dinâmica Urbana na Otimização da Implantação de Infra-estrutura para o Gás Natural. São Paulo. **Revista Petro & Química**, 2006.
- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; UDAETA, M. E. M.. Indicadores urbanos na previsão de expansão da rede canalizada de gás natural. Salvador. **Revista Bahia Análise & Dados**, 2006.
- MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; UDAETA, M. E. M.. Modelagem de indicadores urbanos para previsão do mercado de gás natural canalizado - Um exemplo na região metropolitana de São Paulo. In: **V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, Brasília, 2006.

MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; UDAETA, M. E. M.. Prospecção para mercado de gás natural canalizado com base na análise da estratificação de usos do solo e setores de consumo de energia. In: **XI Congresso Brasileiro de Energia**, Rio de Janeiro, 2006.

MASSARA, V.M.; UDAETA, M. E. M.; FAGÁ, M. T. W.. Metodologia sistêmica para análise da expansão e do adensamento da rede canalizada de gás natural. In: **Rio Oil & Gas**, Rio de Janeiro, 2006.

MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.. Distritos industriais como alicerces da expansão da rede de gás natural em usos residenciais e comerciais. In: **3o. Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Salvador, 2005.

MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; UDAETA, M. E. M.. Introdução de Indicadores Urbanos para Otimizar a Expansão da Rede Canalizada de Gás Natural Metropolitano. São Paulo. **Revista Petro & Química**, 2005.

MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; MOUTINHO DOS SANTOS, E. Metodologia para determinação de mercados de gás natural considerando características urbanas dos bairros - Município de São Paulo. In: **IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, Itajubá, 2004.

MASSARA, V.M.; FAGÁ, M. T. W.; MOUTINHO DOS SANTOS, E. Ampliação de mercado para o gás natural utilizando informações urbanas - Estudo de caso nos distritos paulistanos. In: **Rio Oil & Gas**, Rio de Janeiro, 2004.

Artigos Aprovados no Exterior (mas não inscritos para publicação):

MASSARA, V.M. The Advance of Natural Gas Market Using Urban Information – Case Study in Sao Paulo City. In: **30th. Conference of the International Association for Energy Economics**. IAEE, Nova Zelândia, 2007. (aprovação de texto completo para apresentação oral).

MASSARA, V.M. Systemic Model for Analysis of the Expansion and Grow up of the Natural Gas Distribution Pipeline Network. In: **Energy 2007-** Wessex Institute of Technology, Inglaterra, 2007 (aprovação de resumo).

Capítulo 8. Anexo

ANEXO I

Planilhas auxiliares para a construção dos testes dos Capítulos 4 e 5:

- **Construção do Gráfico 4.1 e da tabela 4.3 nas páginas 128 e 145 e das Tabelas 5.2 e 5.3 nas páginas 174 e 175:**

Anexo 1. Atribuição de pesos para o Município de São Caetano do Sul

- **Construção dos Gráficos 4.2 (a) e da tabela 4.3 das páginas 131 e 145 das Tabelas 5.4 e 5.5. nas páginas 177 e 178:**

Anexo 2. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 1 – 30% de rede já implantada.

Anexo 3. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Anexo 4. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

- **Construção dos Gráficos 4.2 (b) e da tabela 4.3 das páginas 132 e 145 das Tabelas 5.6 e 5.7 nas páginas 180 e 181:**

Anexo 5. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 2 – 15% de rede já implantada.

Anexo 6. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Anexo 7. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

- **Construção dos Gráficos 4.2 (c) e da tabela 4.3 das páginas 133 e 145 das Tabelas 5.8 e 5.9 nas páginas 183 e 184:**

Anexo 8. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 3 – distritos sem rede.

Anexo 9. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Anexo 10. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

• **Construção dos Gráficos 4.3 e da tabela 4.3 das páginas 135 e 145 das Tabelas 5.10 e 5.11 na página 186:**

Anexo 11. Atribuição de pesos para os 8 Municípios da Região Administrativa de Araçatuba.

• **Construção das Tabelas 5.12, 5.13 e 5.14 da página 190:**

Anexo 12. Volumes consumidos em um edifício residencial de Município de São Caetano do Sul ainda não conectado a rede de gás natural (visando adensamento e cálculo da cobrança tarifária).

Nota: para o Município de São Caetano do Sul e os 8 Municípios da Região Administrativa de Araçatuba, a estratificação utilizada foi de nível 1 assim, nesses casos caso não houve necessidade de planilhas de desmembramento das atividades.

Nota1: o estudo do Morumbi não exigiu planilha auxiliar. (tabelas 5.15 e 5.16 da página 197).

Nota 2: a tabela 5.13 da página 190 já corresponde à Atribuição de pesos para 10 bairros do Município de São Caetano do Sul visando adensamento e não exigiu planilha auxiliar.

Nota 3 : O desmembramento de comércio, serviços e indústrias é apenas uma amostragem obtida por fontes oficiais como o Anuário das Indústrias (CIESP) e, SEADE e Sempla.

Nota 4: Vale ressaltar que no desmembramento de nível 4, primeiro as unidades recebem os pesos externos, depois são somadas e só aí são transformadas em % e em escala de 1 a 9 para entrar na coluna “Eind” das tabelas do Capítulo 5.

BAIRROS	Zona da cidade	IEX	IDH	AAA	ACE	AIP	US res.	US com.	US serv.	US ind.	Z	DU	TU	Li res.	Li serv.	DD	RF	E res.	E com	E serv	E ind.	D	E	DC res.	DC com.	DC serv.	DC ind.	T
Barcelona	leste		9	9	9	9	7	9	5	1	7	5	9	5	3	5	7	5	3	5	5	7	7	5	9	7	7	5
Boa Vista	sul		3	9	9	9	7	9	1	1	7	3	9	1	1	9	3	5	5	3	5	1	5	5	5	5	3	3
Centro	centro		9	9	9	9	1	9	9	1	7	7	9	3	9	1	5	5	9	9	5	7	5	5	7	5	3	5
Cerâmica	oeste		3	9	9	9	7	1	1	3	9	9	9	1	1	3	3	5	3	1	5	3	7	5	5	5	1	7
Fundação	norte		5	9	9	9	3	1	1	9	9	9	9	7	1	1	3	1	3	1	9	7	3	5	3	3	3	9
Mauá	sul		7	9	9	9	9	3	3	1	3	3	9	1	1	3	5	5	3	1	5	5	3	5	5	5	3	1
Nova Gerti	sul		5	9	9	9	7	9	5	1	7	7	9	1	1	9	5	5	5	3	5	1	5	5	5	5	3	3
Olímpico	centro		7	9	9	9	7	7	1	1	3	3	9	1	1	5	5	5	3	1	5	3	7	5	7	3	3	1
Oswaldo Cruz	centro		9	9	9	9	7	5	5	1	7	5	9	3	1	9	7	3	3	1	3	5	7	5	5	7	3	3
Prosperidade	norte		1	9	9	9	3	3	1	9	9	3	9	1	1	1	1	3	1	1	9	9	5	5	3	3	9	9
Santa Maria	leste		9	9	9	9	7	3	3	3	7	5	9	3	1	7	7	5	3	3	3	3	9	5	7	3	5	3
Santa Paula	centro		9	9	9	9	5	7	7	1	7	5	9	9	3	5	7	7	7	5	5	7	9	9	9	9	7	5
Santo Antônio	oeste		9	9	9	9	7	3	3	1	7	9	9	7	3	3	7	9	3	1	5	5	5	5	7	5	3	5
São Caetano	sul		9	9	9	9	9	1	1	1	1	3	9	5	1	1	9	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
São José	oeste		5	9	9	9	7	5	1	3	7	7	9	1	1	9	3	7	3	1	5	5	3	5	3	5	3	7

Anexo 1. Atribuição de pesos para o Município de São Caetano do Sul.

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), IBGE (2007), CIESP (2006), Prefeitura do Município de São Caetano do Sul (2006).

Nota: O IEX não foi calculado para esse município, conforme explicado no Capítulo 3.

DISTRITOS	Zona da cidade	IEX	IDH	AAA	ACE	AIP	US res.	US com.	US serv.	US ind.	Z	DU	TU	Li res.	Li serv.	DD	RF	E res.	E com	E serv	E ind.	D	E	DC res.	DC com.	DC serv.	DC ind.	T
Cachoeirinha	norte	1	1	7	7	7	9	3	1	1	5	9	9	1	1	5	1	5	1	1	1	7	7	1	1	1	1	9
Casa Verde	norte	5	1	9	9	9	3	9	9	3	7	9	9	1	3	5	1	3	3	3	3	7	7	7	9	9	3	3
Cursino	sul	3	9	9	9	9	7	5	3	1	9	9	9	3	1	1	3	5	1	3	1	9	9	5	3	3	1	3
Ipiranga	sul	7	3	9	9	9	3	5	3	5	9	9	9	5	3	3	3	5	9	5	9	9	5	5	9	9	1	1
Jabaquara	sul	3	3	7	7	7	7	3	5	1	7	9	9	7	5	9	3	9	5	5	5	9	1	9	7	7	9	1
Jaguara	norte	5	1	9	9	7	5	3	1	5	9	9	9	1	1	1	9	1	1	1	1	7	9	1	3	3	7	5
Mandaqui	norte	7	3	9	9	9	9	1	1	1	3	3	9	1	1	3	5	5	1	1	1	7	5	3	1	1	1	5
Raposo Tavares	oeste	3	1	7	9	7	3	9	9	3	7	9	9	1	1	1	7	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
Rio Pequeno	oeste	3	3	9	7	9	9	3	1	1	7	9	9	3	1	5	7	5	1	1	1	1	7	5	1	1	1	5
Sacomã	sul	3	1	7	7	7	7	1	1	3	9	9	9	3	1	9	3	3	3	3	1	5	1	5	3	3	5	1
Santana	norte	9	7	9	9	9	3	7	5	3	7	5	9	5	9	3	5	5	7	9	3	9	5	9	7	7	1	1
Tatuapé	leste	9	5	9	9	9	5	7	9	1	7	5	9	9	9	3	5	3	7	7	5	9	7	9	3	3	5	1
Tucuruvi	norte	7	5	9	9	9	7	3	3	1	7	9	9	3	1	5	5	5	3	5	1	7	7	7	3	3	1	3
Vila Andrade	sul	3	5	9	7	9	7	7	5	1	7	9	9	3	7	3	1	3	1	3	1	5	5	7	1	1	1	5
Vila Medeiros	norte	3	1	9	9	9	7	5	3	1	7	9	9	1	1	9	1	5	1	3	1	7	5	7	9	9	3	5
Vila Sônia	oeste	5	7	7	9	9	7	5	7	1	7	9	9	3	1	3	7	3	1	3	1	7	7	7	3	3	1	5

Anexo 2. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 1 – 30 % de rede já implantada.

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2007), CIESP (2007), IBGE (2007).

Distritos	Estratificação Comércio									Estratificação Prestação de Serviços																												
	postos de gasolina	hipermercados	Supermercados	Padarias	Açougues	Shopping Centres	Frigoríficos	Atacadistas	SOMA SIMPLES	centros empresariais	Hospitais publicos	Postos de Saude	Hospitais particulares	Laboratorios	Pet Shops	Cabelereiros-clínicas estéticas	Universidades Publicas	universidades particulares	Creches/Educação infantil pública	Creches /Educação infantil particular	Escola pub 1grau	Escolas Part. 1grau	Escola pub 2grau	Escolas Part. 2grau	centros culturais/museus/bibliotecas	lavanderia	Academias	Escolas de nataçao	Restaurantes e afins	hotel	Casas de Espetaculo	Cinemas/teatros	Clubes particulares	Clubes públicos	Bancos	escolas livres	SOMA SIMPLES	
Cachoeirinha	30	1	10	16	2	0	0	2	61	0	2	3	0	4	1	42	0	0	10	14	43	7	16	2	0	18	6	0	19	0	0	0	0	0	0	8	9	326
Casa Verde	110	1	18	24	7	0	5	5	170	5	0	5	5	1	0	64	0	0	14	19	33	11	19	5	0	15	8	1	33	15	0	0	0	1	13	9	616	
Cursino	30	0	16	14	5	0	0	2	67	0	0	5	0	2	1	42	0	0	7	35	41	15	14	8	8	18	12	1	18	0	0	3	4	0	8	7	383	
Ipiranga	310	3	30	30	20	1	3	6	403	10	1	6	20	9	3	106	0	3	13	34	52	16	23	9	10	42	14	3	71	80	0	1	12	1	31	16	1392	
Jabaquara	135	1	22	46	23	0	0	15	242	15	2	5	20	3	3	118	0	1	21	42	61	19	20	10	3	66	20	2	45	30	0	0	10	1	35	21	1057	
Jaguara	20	0	2	2	2	0	1	1	28	0	0	3	0	1	1	16	0	0	6	1	11	1	2	0	0	9	4	0	6	0	0	0	2	0	4	2	125	
Mandaqui	30	0	12	18	7	0	0	1	68	0	0	3	5	0	1	44	0	0	14	23	31	11	11	3	3	12	6	0	17	5	0	0	6	1	11	3	346	
Raposo Tavares	10	2	6	10	2	1	0	4	35	0	0	3	0	0	1	24	0	0	18	7	35	5	11	3	0	9	4	0	14	25	0	0	0	0	2	1	232	
Rio Pequeno	40	0	10	14	8	1	0	5	78	0	1	5	5	0	2	36	0	0	13	24	41	13	12	6	0	18	10	0	15	0	0	0	4	0	8	5	374	
Sacomã	70	1	22	38	9	0	0	3	143	0	1	12	5	0	1	50	0	0	23	50	68	18	22	6	1	9	8	2	18	15	0	1	2	2	6	4	610	
Santana	175	3	20	56	17	1	0	9	281	35	2	3	30	7	5	210	0	3	8	67	51	23	31	15	9	72	40	3	142	75	0	3	16	1	41	41	1495	
Tatuapé	210	3	32	36	13	3	0	4	301	40	1	5	10	5	6	152	0	4	8	51	39	15	26	12	3	69	28	3	117	25	5	10	4	1	42	26	1309	
Tucuruvi	70	2	28	30	6	0	0	2	138	5	1	5	20	5	2	98	0	0	6	38	44	18	29	11	3	21	12	1	54	25	0	0	6	0	16	25	721	
Vila Andrade	35	1	6	2	1	0	0	1	46	25	0	2	5	0	0	28	0	0	4	20	44	10	16	10	0	21	10	2	35	0	0	11	4	0	2	3	344	
Vila Medeiros	30	0	8	18	6	0	0	0	62	0	0	5	10	2	1	44	0	0	15	28	48	10	14	6	0	9	14	0	18	10	0	0	0	0	2	9	369	
Vila Sônia	25	0	12	22	2	1	0	8	70	0	0	2	0	0	1	56	0	2	10	22	30	8	13	7	1	45	16	0	29	0	0	3	2	0	7	12	406	

Anexo 3. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em supermercados, padarias, cabelereiros-clínicas estéticas, academias e clubes particulares.

P=3 em lavanderias

P=5 em postos de gasolina, centros empresariais, hospitais particulares e hotéis.

Distritos	Alimentos								Têxtil		Pap/Cel		Químicos					Pla/Bor		Min.ñ metálicos			Metalurgia Básica				transportes		SOMA SIMPLES			
	Abate	Conservas	Gorduras/oleos vegetais	Laticínios	Açúcar	Café	Outros	Bebidas	Rações	Fibras/fiação/tecelagem	acabamento	Papel e Celulose	Embalagens	Resinas/Elastômeros	Farmacêuticos	Sabões/detergentes/limpeza/perfumaria	Tintas/vernizes, esmaltes/lacas	Def.Agrí/Cabos,fios	Plástico	Borracha	Vidros	Cerâmicas	Cal/Pedras	Concreto/Cimento/Gesso/Fibrocimento	siderurgia	metaisñ ferrosos	tubos	fundição		veículos	peças	diversos
Cachoeirinha										1	10					1	1		2	5		2		3		1				2	2	30
Casa Verde						4			6			1		4	1	1			4	4	5			3	4				10	2	49	
Cursino									3	1	5	1		2	1	2			2		5			5	1			2		30		
Ipiranga						1			45	8	15	4	1	18	1	3	1	38	22		3		3	39	11	2		1	10	2	228	
Jabaquara		1				4			6	1	10	1	2	12	4		2	12	6	10			1	11	6				3	1	93	
Jaguara											5			2	1			8											4		20	
Mandaqui																		2						1					1	1	5	
Raposo Tav						2			3		5		1	4	2			2						2	1				1		23	
Rio Pequeno													1	2			1						1	1					1		7	
Sacomã						3			3	1		1		2				10				1		11	1		2		6		41	
Santana	1								3		5	1	2	2				2	10	2		6	1	1	7	2			3		48	
Tatuapé									12	1	30	3						20	8			3		11	4		1	2	7	5	107	
Tucuruvi	1													2	1	1		4	2					1	1						13	
Vila Andrade																													1		1	
Vila Medeiros						1				1	5			2												1			1	1	12	
Vila Sônia	1																	4						3					1	1	10	

Anexo 4. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 1 – 30% de rede já implantada – Estratificação

Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Fonte: SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (indústrias por amostragem, 2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em indústria farmacêutica, indústria de plásticos e indústria de borrachas.

P=3 em indústria de bebidas, indústria de fibras, fiação e tecelagem e indústria de cerâmicas.

P=5 em indústria de papel e celulose, indústria de vidros.

DISTRITOS	Zona da cidade	IEX	IDH	AAA	ACE	AIP	US res	US com	US serv	US ind	Z	DU	TU	Li res	Li serv	DD	RF	E res	E com	E serv	E ind	D	E	DC res	DC com	DC serv	DC ind	T
Água Rasa	leste	9	7	9	9	7	5	3	3	5	7	9	9	1	5	5	5	3	1	3	3	1	3	9	9	9	7	3
Campo Grande	sul	9	9	9	9	5	1	7	7	9	5	9	9	1	1	1	9	3	1	5	1	1	7	5	3	3	9	3
Campo Limpo	sul	3	3	7	7	5	9	1	1	1	5	9	9	1	1	7	1	7	3	5	1	3	7	5	3	3	1	5
Cangaíba	leste	5	3	7	9	7	9	3	1	1	5	9	9	1	1	3	1	5	1	3	1	5	9	3	1	1	1	5
Capão Redondo	sul	1	3	7	5	5	9	3	1	3	5	9	9	1	1	9	1	9	1	3	1	3	9	3	3	3	1	7
Cidade Dutra	sul	3	3	7	7	5	3	3	1	9	1	9	7	1	1	1	1	7	1	5	1	5	7	1	1	1	1	7
E.Matarazzo	leste	5	3	7	7	5	5	3	5	7	7	9	9	1	1	5	1	3	3	3	1	5	5	3	3	3	3	3
Freguesia do Ó	norte	7	5	9	9	7	9	1	3	1	7	5	9	3	1	5	1	5	7	7	1	1	5	7	5	5	3	1
Itaquera	leste	3	3	7	7	7	7	1	1	5	7	9	9	7	5	7	1	7	9	5	3	3	7	3	3	3	1	5
Jaçanã	norte	5	3	7	9	7	9	1	1	1	5	9	1	1	1	5	1	1	3	1	1	3	1	5	3	3	3	3
Limão	norte	5	5	9	9	7	3	1	3	9	7	9	9	1	1	5	1	1	3	3	3	3	3	7	7	7	7	3
Pq. do Carmo	leste	5	3	9	9	5	7	1	1	5	5	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	5	9	1	1	1	1	7
Pedreira	sul	1	1	7	5	3	9	1	1	3	3	3	9	1	1	3	1	3	1	1	1	5	7	1	1	1	1	7
Penha	leste	7	5	7	9	9	5	7	9	1	7	5	9	5	9	5	1	5	9	9	5	3	1	7	7	7	3	1
Pirituba	norte	7	5	9	7	3	9	1	1	1	5	1	5	1	1	3	1	7	5	5	3	7	7	3	3	3	1	7
São Domingos	norte	7	5	9	7	5	7	5	1	3	5	9	5	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	3	3	3	3	5
São Lucas	leste	7	5	9	9	5	7	3	1	5	7	9	9	1	1	5	1	5	1	3	1	5	7	7	5	5	3	5
São Miguel	leste	3	3	9	9	5	9	1	1	1	7	9	9	1	1	5	1	3	9	3	1	7	5	5	7	7	1	3
Vila Formosa	leste	9	7	9	9	7	9	3	1	1	7	9	9	3	1	5	3	3	5	5	3	3	5	9	9	9	1	3
Vila Guilherme	norte	9	7	9	9	7	3	9	9	3	7	9	9	3	1	1	1	1	5	3	3	1	3	5	9	9	7	1
Vila Jacuí	leste	3	1	9	7	5	9	5	1	1	7	3	9	1	1	9	1	5	1	1	1	9	5	3	3	3	1	9
Vila Maria	norte	5	3	9	9	7	1	9	7	5	9	9	9	5	5	3	1	3	5	7	9	1	7	3	9	9	7	1
Vila Matilde	leste	7	5	9	9	5	7	5	5	1	5	5	9	1	1	5	1	3	3	5	1	5	5	7	5	5	1	3
Vila Prudente	leste	7	5	9	9	9	5	3	3	5	7	9	9	9	5	3	1	3	9	7	5	5	7	7	5	5	5	1

Anexo 5. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 2 – 15% de rede já implantada.

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (2007), IBGE (2007).

Distritos	Estratificação Comércio									Estratificação Prestação de Serviços																				SOMA SIMPLES							
	postos de gasolina	hipermercados	Supermercados	Padarias	Açougues	Shopping Centres	Frigoríficos	Atacadistas	SOMA SIMPLES	centros empresariais	Hospitais públicos	Postos de Saude	Hospitais particulares	Laboratorios	Pet Shops	Cabelereiros-clínicas estéticas	Universidades Publicas	universidades particulares	Creches/Educação infantil pública	Creches /Educação infantil particular	Escola pub 1grau	Escolas Part. 1grau	Escola pub 2grau	Escolas Part. 2grau	centros culturais/museus/bibliotecas	lavanderia	Academias	Escolas de nataçãõ	Restaurantes e afins		hotel	Casas de Espetaculo	Cinemas/teatros	Clubes particulares	Clubes públicos	Bancos	escolas livres
Água Rasa	45	0	8	10	9	0	1	3	76	5	0	3	0	0	2	32	0	1	13	25	35	7	16	2	1	21	12	0	50	5	0	0	0	0	5	4	391
Campo Grande	15	1	10	6	3	2	0	1	38	0	0	1	0	0	0	58	0	2	9	26	37	15	13	5	1	30	18	0	19	10	0	21	2	1	7	7	358
Campo Limpo	45	1	20	30	4	0	0	3	103	0	1	6	0	1	1	32	0	0	27	18	63	9	32	8	3	12	22	1	27	5	0	0	12	1	10	14	511
Cangaíba	30	0	12	20	4	0	3	1	70	0	0	4	0	0	1	34	0	0	11	10	41	3	18	0	1	6	6	0	21	10	0	1	2	0	5	3	317
Capão Redondo	30	1	8	12	3	0	0	3	57	0	0	7	0	1	0	8	0	1	22	26	86	20	36	8	0	6	4	2	4	0	0	0	0	9	5	359	
Cidade Dutra	30	2	12	24	5	0	0	2	75	0	2	7	5	0	0	44	0	1	20	21	78	22	42	12	2	9	2	0	12	15	0	0	6	0	5	12	467
E.Matarazzo	70	0	16	16	12	0	0	1	115	0	1	5	5	2	1	30	0	0	13	20	43	7	14	2	1	9	6	0	19	10	0	0	0	0	10	4	432
Freguesia do Ó	140	3	28	34	9	0	1	4	219	0	1	5	0	3	1	80	0	1	9	33	79	27	28	8	3	21	6	0	52	30	0	0	12	1	13	19	870
Itaquera	200	1	22	16	9	0	1	0	249	5	1	8	5	2	2	56	0	0	14	15	65	11	26	4	2	15	18	0	19	5	0	2	8	1	20	12	814
Jaçanã	75	0	6	10	7	0	0	2	100	0	1	3	15	0	0	18	0	1	12	14	35	5	12	2	2	6	2	0	13	0	0	0	2	1	10	3	357
Limão	45	1	10	20	5	0	0	1	82	0	0	4	0	1	0	38	0	0	18	11	28	4	9	1	2	18	6	0	27	10	0	0	0	9	7	357	
Pq. do Carmo	15	0	4	6	2	0	0	0	27	0	1	2	0	1	1	2	0	0	7	4	21	1	8	0	1	0	0	0	4	5	1	0	2	0	3	1	119
Pedreira	20	0	16	12	3	0	0	0	51	0	0	2	0	0	0	10	0	0	7	7	37	5	15	3	0	6	0	0	12	0	0	0	2	0	1	4	213
Penha	210	3	26	38	14	1	1	2	295	10	0	10	5	3	2	112	0	1	4	52	50	18	31	13	3	30	26	3	46	65	0	4	10	0	30	12	1130
Pirituba	110	1	30	32	7	1	2	3	186	0	2	9	0	1	0	64	0	0	10	24	54	8	21	3	0	15	12	1	33	50	0	0	0	1	10	14	704
São Domingos	15	0	4	14	2	0	0	2	37	0	0	2	10	0	2	26	0	0	10	31	35	11	7	1	2	9	2	1	5	0	0	0	0	3	3	234	
São Lucas	25	0	20	18	6	0	0	1	70	0	0	4	5	0	0	28	0	0	12	11	44	6	15	1	0	15	4	0	24	15	0	0	0	0	7	7	338
São Miguel	200	4	4	34	9	1	0	3	255	0	1	4	10	4	1	18	0	0	11	15	49	13	31	7	3	3	2	1	15	5	0	0	2	1	19	10	735
Vila Formosa	80	0	18	34	20	2	0	4	158	0	0	6	10	0	1	56	0	2	6	32	24	6	14	6	3	15	14	2	52	30	0	9	4	0	13	15	636
Vila Guilherme	105	2	6	18	4	4	1	1	141	0	0	5	0	2	1	32	0	0	6	13	25	3	11	1	0	15	6	1	33	5	1	3	2	1	10	2	460
Vila Jacuí	10	0	6	10	4	0	0	2	32	0	0	4	0	0	0	12	0	1	12	5	44	6	22	2	0	3	0	1	8	5	0	0	0	0	2	1	192
Vila Maria	125	1	8	20	17	0	0	3	174	5	2	6	5	2	1	56	0	2	17	24	47	13	21	7	3	21	16	0	48	35	0	0	0	1	14	12	706
Vila Matilde	65	0	18	18	6	1	0	2	110	0	1	7	5	3	0	46	0	0	8	42	48	14	23	7	0	6	10	0	36	0	0	0	0	0	7	7	490
Vila Prudente	215	1	16	26	7	1	0	3	269	5	0	2	5	2	1	76	0	1	13	25	44	12	24	10	0	18	8	1	57	40	1	10	6	1	23	16	939

Anexo 6. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação

Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em supermercados, padarias, cabelereiros-clínicas estéticas, academias e clubes particulares.

P=3 em lavanderias

P=5 em postos de gasolina, centros empresariais, hospitais particulares e hotéis.

Distritos	Alimentos									Têxtil		Pap/Ce		Químicos					Pla/Bor		Min.ñ metálicos			Metalurgia Básica			transportes		SOMA SIMPLES				
	Abate	Conservas	Gorduras/oleos vegetais	Laticínios	Açúcar	Café	Outros	Bebidas	Rações	Fibras/fiação/tecelagem	acabamento	Papel e Celulose	Embalagens	Elastômeros	Farmacêuticos	Sabões/detergentes/limpeza/perfumaria	Tintas/vernizes, esmaltes/lacas	Def.Agrí/Cabos, fios	Plástico	Borracha	Vidros	Cerâmicas	Cal/Pedras	Concreto/Cimento/Gesso/Fibrocimento	siderurgia	metais ferrosos	tubos	fundição		veículos	peças	diversos	
Água Rasa									3	1			1	4		2	1	16	2				2		3	3					2	2	42
Campo Grande																		1	4		5				8	1		1		6	2	28	
Campo Limpo									3														1									4	
Cangaíba																				5			1		2				2	1	11		
Capão Redondo		1												2					8	2					6			2	3	1	25		
Cidade Dutra															1				2										1		4		
E.Matarazzo						1					10								6					1	8				3		29		
Freguesia do Ó						1						5		2					2	2					3						15		
Itaquera	1					4			6	2					1			16	2				1	1	12	2		2	2	1	53		
Jaçanã						1			4		5	1	1	2			1	4					1		2	1		1		1	25		
Limão									3	1		1	1	4		2	1	16	2				2		3	3			2	2	43		
Pq. do Carmo						1												2	2						4		1		2		12		
Pedreira																			2						1						3		
Penha						3			21	2				4				4	6			3			17	3	1	3	6	3	76		
Pirituba										1			1					1	2	4	5			2	6	2	2		2	4	32		
São Domi						1										1		4	2	5						3		1	2	3	22		
São Lucas										1		1						4	2						2			1	3	1	15		
São Miguel																			2				1		2				1		6		
Vila Formosa						1				2	15	1						2	4						10	1		2	1		39		
Vila Guilherme									9		5	2		2		2			2	5					5	1	1			1	35		
Vila Jacuí																															0		
Vila Maria			1	1		1			9	1	25	6		4				26	14	5			2		30	1	3		10	10	149		
Vila Matilde						1										1		4	8				1		4		1		1		21		
Vila Prudente	1	1	1						6	3			1	10			1	14	8				2	1	14	9	2	3	7	2	86		

Anexo 7. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 2 – 15% de rede já implantada – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Fonte: SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (indústrias por amostragem, 2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em indústria farmacêutica, indústria de plásticos e indústria de borrachas.

P=3 em indústria de bebidas, indústria de fibras, fiação e tecelagem e indústria de cerâmicas.

P=5 em indústria de papel e celulose, indústria de vidros.

DISTRITOS	Zona da cidade	IEX	IDH	AAA	ACE	AIP	US res	US com	US serv	US ind	Z	DU	TU	Li res.	Li serv	DD	RF	E res.	E com	E serv	E ind.	D	E	DC res.	DC com	DC serv.	DC ind.	T
Anhanguera	noroeste	5	5	3	3	1	3	1	3	7	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	9
Aricanduva	leste	9	9	9	9	9	9	1	3	1	7	9	9	9	9	7	7	3	5	5	3	7	9	9	7	7	7	3
Artur Alvim	leste	3	7	9	9	9	7	9	3	1	5	9	9	1	1	7	7	3	3	7	1	3	9	9	5	5	1	7
Brasilândia	norte	1	3	5	5	7	9	1	1	1	5	3	9	1	1	5	5	7	3	5	1	5	5	3	3	3	1	5
Carrão	leste	7	5	9	9	9	5	3	5	3	7	9	9	3	1	5	9	3	7	9	5	7	9	9	9	9	9	3
Cidade Ademar	sul	3	3	5	5	7	9	1	1	1	5	9	9	1	1	9	3	7	3	9	3	7	7	9	7	7	3	3
Cidade Líder	leste	5	3	5	7	9	7	5	3	1	5	9	9	1	1	5	3	3	3	5	1	3	9	5	7	7	1	7
Cid. Tiradentes	leste	1	3	5	5	3	9	1	1	1	5	9	1	1	1	7	1	5	1	5	1	1	9	1	1	1	1	9
Grajaú	sul	1	3	1	1	3	5	5	3	3	1	3	9	1	1	1	3	9	3	7	1	3	1	1	1	1	1	7
Guaianases	leste	1	3	5	7	9	9	5	1	1	5	9	9	1	1	5	1	3	5	5	1	1	9	3	3	3	1	9
Iguatemi	leste	1	3	3	7	3	9	1	1	1	1	9	7	1	1	3	3	3	1	3	1	1	7	1	1	1	1	9
Itaim Paulista	leste	1	3	5	7	7	7	9	1	1	5	9	9	1	1	9	1	7	5	7	1	1	7	1	1	1	1	9
Jaraguá	noroeste	3	3	5	5	5	5	9	9	1	5	9	9	1	1	3	5	5	3	3	1	5	5	1	1	1	1	5
Jardim Ângela	sul	1	3	5	1	5	7	7	3	1	5	9	9	1	1	3	1	7	3	5	1	3	5	5	1	1	1	7
Jardim Helena	leste	1	3	3	3	7	7	1	1	1	5	9	9	1	1	7	1	5	1	3	1	1	7	3	3	3	3	9
Jd. São Luís	sul	3	3	3	5	9	7	1	1	1	5	9	9	1	1	5	1	7	5	9	5	7	7	3	5	5	1	3
José Bonifácio	leste	3	5	3	1	5	7	5	1	3	3	3	9	1	1	3	3	3	1	3	1	1	7	5	1	1	1	9
Lajeado	leste	3	3	3	7	9	9	1	1	1	5	3	9	1	1	9	1	5	1	3	1	1	9	1	3	3	1	9
Marsilac	sul	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	9
Parelheiros	sul	1	3	1	3	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	7	1	1	1	1	9
Perus	noroeste	1	3	1	7	3	5	3	1	5	5	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9	1	1	1	9
Ponte Rasa	leste	5	5	9	9	9	9	1	1	1	7	9	9	3	3	7	5	3	1	5	1	5	9	5	7	7	1	5
São Mateus	leste	5	5	5	7	9	5	9	3	3	7	9	5	3	1	5	3	5	3	7	1	3	9	3	5	5	3	7
São Rafael	leste	1	3	1	3	9	9	1	1	1	3	9	5	1	1	5	3	3	1	3	1	1	9	3	1	1	1	9
Sapopemba	leste	3	3	5	7	9	9	1	1	1	5	9	9	1	1	9	5	9	9	7	1	3	7	7	7	7	1	7
Socorro	sul	9	7	9	1	9	3	3	1	7	5	9	9	1	5	1	3	1	9	5	9	9	9	3	3	3	9	1
Tremembé	norte	3	5	3	7	7	9	3	3	1	1	9	5	1	1	1	7	5	3	5	1	7	5	1	1	1	1	3
Vila Curuçá	leste	1	3	5	7	9	9	1	1	1	5	9	9	1	1	7	1	5	3	5	1	1	7	5	5	5	1	9

Anexo 8. Atribuição de pesos para o Município de São Paulo - Caso 3 – distritos sem rede.

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (2007), IBGE (2007).

Distritos	Estratificação Comércio								Estratificação Prestação de Serviços																													
	postos de gasolina	hipermercados	Supermercados	Padarias	Açouques	Shopping Centres	Frigoríficos	Atacadistas	SOMA SIMPLES	centros empresariais	Hospitais públicos	Postos de Saude	Hospitais particulares	Laboratorios	Pet Shops	Cabelereiros-clínicas estéticas	Universidades Publicas	universidades particulares	Creches/Educação infantil pública	Creches /Educação infantil particular	Escola pub 1grau	Escolas Part.1grau	Escola pub 2grau	Escolas Part.2grau	centros culturais/museus/bibliotecas	lavanderia	Academias	Escolas de nataçao	Restaurantes e affins	hotel	Casas de Espetaculo	Cinemas/teatros	Clubes particulares	Clubes públicos	Bancos	escolas livres	SOMA SIMPLES	
Anhanguera	5	1	4	12	1	0	0	3	26,0	0	0	2	0	1	0	6	0	0	3	1	15	1	4	0	0	3	4	0	6	0	0	0	0	0	0	1	1	100
Aricanduva	90	3	10	20	3	0	0	0	126,0	0	0	3	0	1	2	40	0	0	6	2	33	3	8	0	1	3	16	0	32	5	1	0	0	1	14	6	429	
Artur Alvim	30	0	14	8	6	1	1	0	60,0	0	0	7	0	0	0	44	0	0	19	13	35	3	15	1	2	0	6	0	27	35	0	1	4	1	5	4	342	
Brasilândia	20	1	34	22	3	0	0	0	80,0	0	0	9	0	0	0	28	0	0	31	7	58	2	18	0	0	3	4	1	12	10	0	0	0	1	1	3	348	
Carrão	100	0	18	18	11	0	0	6	153,0	0	0	2	10	4	1	78	0	0	9	26	30	10	11	7	0	9	14	1	40	15	1	0	16	1	12	18	621	
Cidade Ademar	25	0	10	8	4	0	0	7	54,0	0	0	7	5	1	1	52	0	0	22	19	73	13	31	9	0	18	14	1	26	25	0	0	6	0	5	11	447	
Cidade Líder	15	0	16	14	7	0	2	3	57,0	0	0	6	0	0	1	22	0	0	15	8	44	4	15	1	1	3	4	0	16	5	0	14	2	0	1	3	279	
Cid. Tiradentes	5	0	2	8	1	0	0	0	16,0	0	0	5	0	0	0	8	0	0	25	1	71	1	22	0	0	3	0	0	5	5	0	0	0	1	0	0	179	
Grajaú	15	0	28	12	9	0	0	0	64,0	0	0	8	5	0	0	14	0	0	29	5	87	5	39	1	0	9	10	1	10	0	0	0	2	0	1	5	359	
Guaianases	80	2	12	12	3	0	1	1	111,0	0	1	3	5	1	0	20	0	0	10	2	42	4	16	2	1	3	2	0	23	15	0	0	2	3	7	5	389	
Iguatemi	25	0	6	6	4	0	0	0	41,0	0	0	3	0	1	1	10	0	0	9	3	40	2	12	0	0	6	0	0	2	5	0	0	0	0	0	3	0	179
Itaim Paulista	45	1	22	26	7	0	0	1	102,0	0	0	6	5	3	0	38	0	0	16	5	69	5	30	2	1	0	6	0	19	5	0	0	0	1	7	6	428	
Jaraguá	45	0	8	14	2	0	0	2	71,0	0	1	5	0	4	0	10	0	0	0	0	50	6	15	1	1	3	4	0	10	0	0	0	0	1	1	4	258	
Jardim Ângela	15	0	18	6	7	0	0	3	49,0	0	0	7	5	0	0	8	0	1	35	4	72	2	28	0	0	6	4	0	10	5	0	0	2	0	3	1	291	
Jardim Helena	10	0	8	4	2	0	0	0	24,0	0	0	4	5	0	0	4	0	0	10	9	41	3	23	1	0	3	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	157
Jd. São Luís	25	0	40	30	19	1	0	4	119,0	0	0	9	0	0	0	42	0	1	33	20	81	9	32	6	3	36	10	1	34	20	0	4	4	0	4	8	595	
José Bonifácio	15	1	4	12	1	0	0	0	33,0	0	0	4	0	0	0	8	0	0	17	3	37	3	18	2	2	6	2	0	8	20	0	0	0	0	1	0	197	
Lajeado	5	0	2	12	3	0	0	2	24,0	0	0	3	0	0	0	20	0	0	9	1	37	1	16	0	1	6	2	0	7	0	0	0	2	0	0	2	155	
Marsilac	0	0	0	2	0	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Parelheiros	15	0	4	2	2	0	1	1	25,0	0	1	2	0	0	0	4	0	0	7	2	48	0	22	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	2	144	
Perus	30	0	2	6	5	0	0	1	44,0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	7	5	20	4	6	0	2	3	4	0	1	0	0	0	2	0	6	3	156	
Ponte Rasa	5	0	10	8	6	0	1	2	32,0	0	0	6	5	1	1	14	0	0	11	24	28	4	8	2	0	6	0	1	11	15	0	0	6	0	3	1	211	
São Mateus	40	0	16	10	10	0	0	3	79,0	0	1	8	5	0	0	30	0	0	20	22	60	18	26	6	0	12	8	2	31	0	0	0	0	1	9	10	427	
São Rafael	10	0	6	4	6	0	0	0	26,0	0	0	6	0	0	0	8	0	0	18	4	42	4	19	1	0	3	4	0	9	5	0	0	0	0	0	3	178	
Sapopemba	150	1	14	44	14	0	0	1	224,0	0	2	8	0	2	0	38	0	0	37	5	73	5	20	2	0	3	4	2	34	20	0	0	0	1	13	6	723	
Socorro	135	0	12	22	8	1	0	7	185,0	0	0	1	5	0	0	38	0	1	7	8	17	3	9	3	1	9	8	0	34	5	0	1	0	1	12	8	541	
Tremembé	50	0	12	14	2	0	0	0	78,0	0	0	3	10	0	0	24	0	1	16	18	51	13	15	3	0	3	8	0	13	10	1	0	2	0	5	4	356	
Vila Curuçá	25	0	12	12	7	0	0	2	58,0	0	0	8	0	0	0	32	0	0	19	9	44	2	20	0	1	6	4	0	21	5	0	1	0	0	3	2	293	

Anexo 9. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Comercial e Serviços no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3).

Fonte: ANP (2006), SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em supermercados, padarias, cabelereiros-clínicas estéticas, academias e clubes particulares.

P=3 em lavanderias P=5 em postos de gasolina, centros empresariais, hospitais particulares e hotéis.

Distritos	Alimentos							Têxtil		Pap/Ce	Químicos						Pla/Bor	Min.ñ metálicos			Metalurgia Básica			transportes		SOMA SIMPLES						
	Abate	Conservas	Gorduras/oleos vegetais	Laticínios	Açúcar	Café	Outros	Bebidas	Rações	Fibras/fiação/tecelagem	acabamento	Papel e Celulose	Embalagens	Elastômeros	Farmacêuticos	Sabões/detergentes/limpeza/perfumaria	Tintas/vernizes, esmaltes/lacas	Def.Agrí/Cabos,fios	Plástico	Borracha	Vidros	Cerâmicas	Cal/Pedras	Concreto/Cimento/Gesso/Fibrocimento	siderurgia		metais ferrosos	tubos	fundição	veículos	peças	diversos
Anhanguera							3						1					2	2					7						3		18
Aricanduva						2				1	5							14	6			2		9	1		1		1		42	
Artur Alvim									6	1									2					2							11	
Brasilândia												1					1	2		10		1		3							18	
Carrão						2			6	1	10			4	1		1	8	2	2				7	1		1	2	2	50		
Cidade Ademar									3		5							2	4		3	1		5	2				2	27		
Cidade Líder									1							2								5						1	9	
Cid. Tiradentes														2				2						1							5	
Grajaú																		2											1	3		
Guianases						1	3									2	2					1		1					5	15		
Iguatemi																		2						1							3	
Itaim Paulista																		2			1			2	1	1			2		9	
Jaraguá						1						1	1		1		1	4	2					5			1	2	1	20		
Jardim Ângela																								1	1					1	3	
Jardim Helena	1											1										1			1						4	
Jd. São Luís			1	1		1			3		5			2	3			14	2			1		8	3		1	1	3	2	51	
José Bonifácio																								1							1	
Lajeado									3																					1	4	
Marsilac																															0	
Parelheiros																															0	
Perus																								2			1				3	
Ponte Rasa										5								2				1		3	1				1		13	
São Mateus									1		1							4					1	6	1		1	4		19		
São Rafael																						1	1	1	1				1		5	
Sapopemba									3			1						2	2			1	1	5	2		2	2	1	22		
Socorro									3		5	3	2	18	1	4	2	28	6		3		1	20	2	1	2	10	6	117		
Tremembé									3	1														3	1					8		
Vila Curuçá						1												2						2	1				1	7		

Anexo 10. Desmembramento da atribuição de pesos para o Município de São Paulo – Caso 3 – distritos sem rede – Estratificação Industrial no Nível 4 (vide Capítulo 3 item 3.3.3). Fonte: SEADE (2007), SEMPLA (2006), CIESP (indústrias por amostragem, 2007), IBGE (2007).

LEGENDA:

P=2 em indústria farmacêutica, indústria de plásticos e indústria de borrachas. P=3 em indústria de bebidas, indústria de fibras, fiação e tecelagem e indústria de cerâmicas. P=5 em indústria de papel e celulose, indústria de vidros.

MUNICÍPIO	Zona da região	IEX	IDH	AAA	ACE	AIP	US res.	US com.	US serv.	US ind.	US agro	Z	DU	TU	Li res.	Li serv.	DD	RF	E res.	E com	E serv	E ind.	D	E	DC res.	DC com.	DC serv.	DC ind.	T
Andradina	noroeste		1	1	1		1	5	5	3	9	7	7	3			1	3	3	3	1	1	5	1					3
Araçatuba	nordeste		9	3	9		3	9	7	9	5	9	9	9			7	9	9	9	9	7	7	1					3
Birigui	centro		7	5	9		3	5	7	3	5	7	7	9			9	5	5	5	7	9	9	1					1
Guararapes	oeste		3	7	9		5	3	3	3	5	5	7	5			1	1	1	1	1	1	9	3					9
Ilha Solteira	centro		9	9	9		5	3	9	1	5	5	7	9			1	5	1	1	1	1	1	9					7
Mirandópolis	leste		1	7	5		9	1	1	3	1	5	7	1			1	1	1	1	1	1	5	5					5
Penápolis	centro		3	7	9		9	5	5	3	5	7	7	7			3	5	3	3	3	3	3	7					1
Pereira Barreto	centro		3	5	9		3	3	7	1	7	5	7	5			1	1	1	1	1	1	7	7					9

Anexo 11. Atribuição de pesos para os 8 Municípios da Região Administrativa de Araçatuba.

Fonte: IBGE (2007), SEADE (2007), PM Araçatuba (2007), PM Andradina (2007), PM Birigui (2007), PM Guararapes (2007), PM Ilha Solteira (2007), PM Mirandópolis (2007), PM Penápolis (2007), PM Pereira Barreto (2007), UDAETA et al (2004), UDAETA et al (2007).

Nota: IEX, AIP, LI res, LI serv, DC res, DC com, DC serv, DC ind, não foram utilizados nessa região, conforme explicado no Capítulo 3.

Unidade	Elétrica (kWh)	GLP (m3)
apto.1	256	9,0
apto.2	450	9,0
apto.3	345	9,0
apto.4	227	9,0
apto.5	254	9,0
apto.6	467	9,0
apto.7	304	9,0
apto.8	285	9,0
apto.9	257	9,0
apto.10	216	9,0
apto.11	312	9,0
apto.12	503	9,0
apto.13	322	9,0
apto.14	494	9,0
apto.15	389	9,0
apto.16	356	9,0
apto.17	310	9,0
apto.18	518	9,0
apto.19	265	9,0
apto.20	469	9,0
apto.21	420	9,0
apto.22	345	9,0
apto.23	352	9,0
	352,9	
total	15523,2	396,0

GN

1m3 0,79 kg GLP

1m3 0,45 kWh energia elétrica

Anexo 12. Volumes consumidos em um edifício residencial de Município de São Caetano do Sul ainda não conectado a rede de gás natural (visando adensamento e cálculo da cobrança tarifária).

Fonte: MASSARA (2007) – visita in loco.

ANEXO II

Referente ao Capítulo 6

Anexo 13. Desempate dos bairros de São Caetano do Sul, utilizados nas figuras 6.1 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Anexo 14. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 1), utilizados nas figuras 6.2 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Anexo 15. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 2), utilizados nas figuras 6.3 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Anexo 16. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 3), utilizados nas figuras 6.4 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Anexo 17. Desempate dos Municípios da Região Administrativa de Araçatuba, utilizados nas figuras 6.5 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i) e (j).

Ranking	QV	PU	PC	SC	GERAL
1°	Barcelona	Centro	Centro	Santa Paula	Santa Paula
2°	Centro	Santa Paula	Santa Paula	Barcelona	Barcelona
3°	Oswaldo Cruz	Barcelona	Santo Antônio	Prosperidade	Centro
4°	Santa Maria	Fundação	Barcelona	Centro	Santo Antônio
5°	Santa Paula	Santo Antônio	Nova Gerti	Santa Maria	Santa maria
6°	Santo Antônio	Nova Gerti	Boa Vista	Santo Antônio	Fundação
7°	São Caetano	Oswaldo Cruz	São José	Oswaldo Cruz	Oswaldo Cruz
8°	Mauá	Cerâmica	Prosperidade	Cerâmica	Nova Gerti
9°	Olímpico	São José	Olímpico	Fundação	São José
10°	São José	Santa Maria	Santa Maria	São José	Cerâmica
11°	Nova Gerti	Prosperidade	Fundação	Olímpico	Boa Vista
12°	Fundação	Boa Vista	Cerâmica	Boa vista	Olímpico
13°	cerâmica	Olímpico	Mauá	Nova Gerti	Prosperidade
14°	Boa Vista	Mauá	Oswaldo Cruz	Mauá	Mauá
15°	Prosperidade	São Caetano	São Caetano	São Caetano	São Caetano

Ranking	US RES	US COM	US SERV	US IND
1°	Santa Paula	Santa Paula	Centro	Prosperidade
2°	Santo Antônio	Barcelona	Santa Paula	Fundação
3°	Barcelona	Centro	Barcelona	Santa Paula
4°	Santa Maria	Oswaldo Cruz	Oswaldo Cruz	Barcelona
5°	Oswaldo Cruz	Santo Antônio	Santo Antônio	São José
6°	São José	Santa Maria	Santa Maria	Centro
7°	Cerâmica	Nova Gerti	Nova Gerti	Cerâmica
8°	Fundação	São José	São José	Santa Maria
9°	Nova Gerti	Boa Vista	Fundação	Santo Antonio
10°	Centro	Fundação	Cerâmica	Oswaldo Cruz
11°	Boa Vista	Cerâmica	Boa Vista	Nova Gerti
12°	Olímpico	Olímpico	Prosperidade	Mauá
13°	Prosperidade	Prosperidade	Mauá	Boa Vista
14°	Mauá	Mauá	Olímpico	Olímpico
15°	São Caetano	São Caetano	São Caetano	São Caetano

Anexo 13. Desempate dos bairros de São Caetano do Sul, utilizados nas figuras 6.1 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Ranking	QV	PU	PC	SC	GERAL
1º	Santana	Tatuapé	Jabaquara	Casa Verde	Santana
2º	Tatuapé	Vila Andrade	Ipiranga	Vila Medeiros	Tatuapé
3º	Tucuruvi	Jabaquara	Santana	Jabaquara	Ipiranga
4º	Cursino	Casa Verde	Tatuapé	Santana	Jabaquara
5º	Ipiranga	Santana	Tucuruvi	Ipiranga	Casa Verde
6º	Mandaqui	Ipiranga	Sacomã	Tatuapé	Tucuruvi
7º	Vila Sônia	Raposo Tavares	Vila Medeiros	Jaguará	Vila Sônia
8º	Casa Verde	Vila Sônia	Rio Pequeno	Cursino	Vila Medeiros
9º	Vila Andrade	Cursino	Vila Sônia	Vila Sônia	Cursino
10º	Vila Medeiros	Sacomã	Casa Verde	Tucuruvi	Jaguará
11º	Jaguará	Jaguará	Mandaqui	Cachoeirinha	Vila Andrade
12º	Rio Pequeno	Rio Pequeno	Jaguará	Vila Andrade	Rio Pequeno
13º	Raposo Tavares	Tucuruvi	Raposo Tavares	Mandaqui	Sacomã
14º	Jabaquara	Vila Medeiros	Cursino	Sacomã	Mandaqui
15º	Sacomã	Cachoeirinha	Cachoeirinha	Rio Pequeno	Raposo Tavares
16º	Cachoeirinha	Mandaqui	Vila Andrade	Raposo Tavares	Cachoeirinha

Ranking	US RES	US COM	US SERV	US IND
1º	Tatuapé	Ipiranga	Ipiranga	Ipiranga
2º	Tucuruvi	Santana	Santana	Jabaquara
3º	Cursino	Tatuapé	Tatuapé	Jaguará
4º	Vila Sônia	Casa Verde	Casa Verde	Tatuapé
5º	Santana	Cursino	Cursino	Sacomã
6º	Jabaquara	Vila Sônia	Vila Sônia	Casa Verde
7º	Ipiranga	Tucuruvi	Tucuruvi	Santana
8º	Rio Pequeno	Vila Medeiros	Vila Medeiros	Cursino
9º	Vila Medeiros	Jaguará	Jaguará	Vila Medeiros
10º	Jaguará	Jabaquara	Jabaquara	Vila Sônia
11º	Vila Andrade	Rio Pequeno	Rio Pequeno	Tucuruvi
12º	Casa Verde	Vila Andrade	Vila Andrade	Cachoeirinha
13º	Mandaqui	Mandaqui	Mandaqui	Vila Andrade
14º	Cachoeirinha	Raposo Tavares	Raposo Tavares	Mandaqui
15º	Sacomã	Sacomã	Sacomã	Raposo Tavares
16º	Raposo Tavares	Cachoeirinha	Cachoeirinha	Rio Pequeno

Anexo 14. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 1), utilizados nas figuras 6.2 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Ranking	QV	PU	PC	SC	GERAL
1º	Campo Grande	Vila Maria	Penha	Penha	Vila Prudente
2º	Vila Guilherme	Penha	Itaquera	Vila Prudente	Penha
3º	Vila Formosa	Vila Prudente	Vila Prudente	Itaquera	Vila Maria
4º	Água Rasa	Vila Guilherme	Vila Maria	Vila Maria	Vila Formosa
5º	Vila Prudente	Itaquera	Freguesia do Ó	Freguesia do Ó	Água Rasa
6º	Freguesia do Ó	Campo Grande	Vila Formosa	Capão Redondo	Campo Grande
7º	Penha	Água Rasa	Pirituba	Pirituba	Vila Guilherme
8º	Vila Matilde	Ermelino Matarazzo	Capão Redondo	Campo Limpo	Freguesia do Ó
9º	São Lucas	Vila Formosa	Campo Limpo	Vila Formosa	Limão
10º	Limão	Limão	São Miguel Paulista	São Miguel Paulista	Itaquera
11º	Vila Maria	São Lucas	Campo Grande	Campo Grande	São Miguel Paulista
12º	São Domingos	Capão Redondo	Água Rasa	Água Rasa	São Lucas
13º	Parque do Carmo	São Miguel Paulista	Vila Jacuí	Vila Jacuí	Vila Matilde
14º	Pirituba	Freguesia do Ó	Vila Matilde	Vila Matilde	Ermelino Matarazzo
15º	Cangaíba	Cangaíba	Limão	Limão	Campo Limpo
16º	Jaçanã	Vila Matilde	Cidade Dutra	São Lucas	Pirituba
17º	São Miguel Paulista	Vila Jacuí	São Lucas	Cidade Dutra	Cangaíba
18º	Itaquera	Campo Limpo	Ermelino Matarazzo	Ermelino Matarazzo	Capão Redondo
19º	Ermelino Matarazzo	São Domingos	Vila Guilherme	Vila Guilherme	São Domingos
20º	Vila Jacuí	Cidade Dutra	Cangaíba	Cangaíba	Vila Jacuí
21º	Campo Limpo	Parque do Carmo	Jaçanã	Jaçanã	Jaçanã
22º	Cidade Dutra	Pedreira	Pedreira	São Domingos	Cidade Dutra
23º	Capão Redondo	Jaçanã	São Domingos	Pedreira	Parque do Carmo
24º	Pedreira	Pirituba	Parque do Carmo	Parque do Carmo	Pedreira

Ranking	US RES	US COM	US SERV	US IND
1º	Vila Formosa	Vila Formosa	Água Rasa	Vila Maria
2º	Vila Prudente	Água Rasa	Penha	Limão
3º	São Lucas	Vila Prudente	Vila Maria	Vila Prudente
4º	Água Rasa	Vila Maria	Vila Prudente	Campo Grande
5º	Itaquera	Vila Guilherme	Vila Formosa	Água Rasa
6º	Freguesia do Ó	Campo Grande	Campo Grande	Ermelino Matarazzo
7º	Vila Jacuí	São Lucas	Vila Guilherme	Vila Guilherme
8º	Capão Redondo	São Miguel Paulista	São Lucas	São Lucas
9º	Cangaíba	Penha	Itaquera	Penha
10º	Campo Grande	Itaquera	Limão	Itaquera
11º	São Miguel Paulista	Limão	Vila Matilde	Vila Jacuí
12º	Campo Limpo	Vila Jacuí	São Miguel Paulista	São Miguel Paulista
13º	Penha	Vila Matilde	Freguesia do Ó	Pirituba
14º	Vila Matilde	Freguesia do Ó	Ermelino Matarazzo	Parque do Carmo
15º	Vila Maria	Cangaíba	Cangaíba	Cidade Dutra
16º	Limão	Ermelino Matarazzo	Vila Jacuí	Vila Formosa
17º	Pirituba	Capão Redondo	Campo Limpo	São Domingos
18º	Vila Guilherme	Campo Limpo	Capão Redondo	Freguesia do Ó
19º	Ermelino Matarazzo	Pirituba	Pirituba	Cangaíba
20º	Parque do Carmo	São Domingos	Parque do Carmo	Capão Redondo
21º	São Domingos	Parque do Carmo	São Domingos	Vila Matilde
22º	Jaçanã	Cidade Dutra	Cidade Dutra	Jaçanã
23º	Cidade Dutra	Jaçanã	Jaçanã	Pedreira
24º	Pedreira	Pedreira	Pedreira	Campo Limpo

Anexo 15. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 2), utilizados nas figuras 6.3 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Ranking	QV	PU	PC	SC	GERAL
1º	Aricanduva	Aricanduva	Sapopemba	Carrão	Aricanduva
2º	Carrão	Jaraguá	Carrão	Aricanduva	Carrão
3º	Ponte rasa	São Mateus	Cidade Ademar	Cidade Ademar	Artur Alvim
4º	Artur Alvim	Carrão	Jardim São Luís	Ponte Rasa	Ponte Rasa
5º	Socorro	Artur Alvim	Aricanduva	Artur Alvim	Socorro
6º	São Mateus	Ponte Rasa	Itaim Paulista	Cidade Líder	Sapopemba
7º	Cidade líder	Socorro	Artur Alvim	Sapopemba	São Mateus
8º	Sapopemba	Jardim Ângela	Socorro	Socorro	Cidade Ademar
9º	Vila Curuçá	Itaim Paulista	Brasilândia	São Mateus	Cidade Líder
10º	Guaianazes	Guaianazes	Grajaú	Vila Curuçá	Jardim São Luís
11º	Tremembé	Cidade Líder	São Mateus	Perus	Vila Curuçá
12º	Lageado	Sapopemba	Tremembé	Jardim São luís	Itaim Paulista
13º	Cidade Ademar	Cidade Ademar	Ponte Rasa	Guaianazes	Guaianazes
14º	Itaim Paulista	Vila Curuçá	Vila Curuçá	Jardim Helena	Jaraguá
15º	Jardim São Luís	Jardim São Luís	Jaraguá	Lageado	Brasilândia
16º	Jaraguá	Jardim Helena	Cidade Líder	São Rafael	Lageado
17º	Brasilândia	José Bonifácio	Jardim Ângela	José Bonifácio	Tremembé
18º	Cidade Tiradentes	Tremembé	Guaianazes	Brasilândia	Jardim Ângela
19º	Iguatemi	Lageado	Cidade Tiradentes	Jardim Ângela	Jardim Helena
20º	Anhanguera	Brasilândia	Lageado	Cidade Tiradentes	São Rafael
21º	Jardim Helena	São Rafael	Jardim Helena	Anhanguera	Grajaú
22º	José Bonifácio	Grajaú	São Rafael	Itaim Paulista	José Bonifácio
23º	São Rafael	Iguatemi	Iguatemi	Parelheiros	Iguatemi
24º	Jardim Ângela	Cidades Tiradentes	José Bonifácio	Iguatemi	Perus
25º	Perus	Perus	Parelheiros	Tremembé	Cidade Tiradentes
26º	Parelheiros	Anhanguera	Perus	Jaraguá	Anhangura
27º	Grajaú	Parelheiros	Anhanguera	Marsilac	Parelheiros
28º	Marsilac	Marsilac	Marsilac	Grajaú	Marsilac

Ranking	US RES	US COM	US SERV	US IND
1º	Aricanduva	Aricanduva	Aricanduva	Socorro
2º	Carraõ	Carrão	Carraõ	Carrão
3º	Artur Alvim	Artur Alvim	ponte Rasa	Aricanduva
4º	Ponte Rasa	Ponte Rasa	Artur Alvim	Jardim São Luís
5º	Sapopemba	Sapopemba	Sapopemba	Cidade Ademar
6º	Cidade Ademar	São mateus	São Mateus	São Mateus
7º	São Mateus	Socorro	Socorro	Ponte Rasa
8º	Cidade Líder	Cidade Líder	Cidade Líder	Parelheiros
9º	Vila Curuçá	Itaim Paulista	Cidade Ademar	Perus
10º	Guaianazes	Cidade Ademar	Jardim São Luís	Jaraguá
11º	Itaim Paulista	Guaianazes	Vila Curuçá	Brasilândia
12º	Socorro	Vila Curuçá	Itaim Paulista	Sapopemba
13º	Jardim São Luís	Jardim São luís	Guaianazes	Jardim Ângela
14º	Lageado	Jaraguá	Jaraguá	Jardim Helena
15º	Brasilândia	Lageado	Lageado	Anhanguera
16º	Jardim Helena	Brasilândia	Brasilândia	Tremembé
17º	Jaraguá	Tremembé	Jardim Helena	Cidade Líder
18º	Tremembé	Jardim Helena	Tremembé	Artur Alvim
19º	Jardim Ângela	Jardim Ângela	Jardim Ângela	Grajaú
20º	São Rafael	São Rafael	Grajaú	Guaianazes
21º	Cidade Tiradentes	José Bonifácio	São Rafael	Cidade Tiradentes
22º	Iguatemi	Cidade Tiradentes	Iguatemi	Vila Curuçá
23º	José Bonifácio	Iguatemi	José Bonifácio	Lageado
24º	Perus	Perus	Perus	Marsilac
25º	Grajaú	Anhanguera	Anhanguera	Itaim Paulista
26º	Anhanguera	Grajaú	Cidade Tiradentes	São Rafael
27º	Marsilac	Parelheiros	Parelheiros	José Bonifácio
28º	Parelheiros	Marsilac	Marsilac	Iguatemi

Anexo 16. Desempate dos distritos de São Paulo (caso 3), utilizados nas figuras 6.4 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i).

Ranking	QV	PU	PC	SC	GERAL
1º	Ilha Solteira	Araçatuba	Araçatuba	Pereira Barreto	Araçatuba
2º	Birigui	Penápolis	Birigui	Guararapes	Birigui
3º	Araçatuba	Birigui	Penápolis	Ilha Solteira	Ilha Solteira
4º	Penápolis	Ilha Solteira	Andradina	Mirandópolis	Penápolis
5º	Guararapes	Andradina	Ilha Solteira	Birigui	Pereira Barreto
6º	Pereira Barreto	Pereira Barreto	Guararapes	Araçatuba	Guararapes
7º	Mirandópolis	Guararapes	Pereira Barreto	Penápolis	Andradina
8º	Andradina	Mirandópolis	Mirandópolis	Andradina	Mirandópolis

Ranking	US RES	US COM	US SERV	US IND	US AGRO
1º	Araçatuba	Araçatuba	Araçatuba	Araçatuba	Andradina
2º	Birigui	Birigui	Birigui	Birigui	Araçatuba
3º	Ilha Solteira	Ilha Solteira	Ilha Solteira	Pereira Barreto	Birigui
4º	Penápolis	Penápolis	Penápolis	Andradina	Guararapes
5º	Guararapes	Guararapes	Pereira Barreto	Penápolis	Pereira Barreto
6º	Pereira Barreto	Pereira Barreto	Guararapes	Ilha Solteira	Penápolis
7º	Mirandópolis	Mirandópolis	Mirandópolis	Guararapes	Ilha Solteira
8º	Andradina	Andradina	Andradina	Mirandópolis	Mirandópolis

Anexo 17. Desempate dos Municípios da Região Administrativa de Araçatuba, utilizados nas figuras 6.5 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i) e (j).