

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**ESTUDO DE DEMANDA HÍDRICA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NA CIDADE DE SÃO LOURENÇO - MG**

DANIELA BOBSIN

**JANEIRO/2014
ITAJUBÁ/MG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

DANIELA BOBSIN

**ESTUDO DE DEMANDA HÍDRICA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NA CIDADE DE SÃO LOURENÇO - MG**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Fernando das Graças Braga da Silva

**Janeiro de 2014
Itajubá - MG**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB_6/1700

B663e

Bobsin, Daniela

Estudo de demanda hídrica em sistema de abastecimento
de água na cidade de São Lourenço - MG / Daniela Bobsin. --
Itajubá, (MG) : [s.n.], 2014.

112 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Fernando das Graças Braga da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Sistema de abastecimento de água. 2. Rede de distribui_
ção de água. 3. Demanda hídrica. 4. Densidade urbana. I. Silva,
Fernando das Graças Braga da, orient. II. Universidade Federal
de Itajubá. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

DANIELA BOBSIN

ESTUDO DE DEMANDA HÍDRICA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
NA CIDADE DE SÃO LOURENÇO - MG

Dissertação aprovada por banca examinadora em 03 de fevereiro de 2014, conferindo à autora o título de ***Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.***

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fernando das Graças Braga da Silva (Orientador)

Prof. Dr. Roberto de Mattos

Prof^a. Dr^a. Márcia Viana Lisboa Martins

Itajubá - MG

2014

DEDICO ESTE TRABALHO

À minha filha, Lorena, que estando para chegar me dá forças para seguir,
Ao meu marido, Fabrício, pelo amor, companheirismo e paciência,
Aos familiares e amigos, que entenderam as minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Fernando das Graças Braga da Silva pelo incentivo constante durante toda a elaboração deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG, pelo apoio dado ao projeto Pesquisador Mineiro PPM 00633-11.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, e ao Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos – NUMMARH, pela oportunidade de participação junto ao projeto FINEP: Monitoramento, simulação e operação de sistemas de distribuição de água – 983-10.

À companhia de água municipal, SAAE de São Lourenço, em especial ao Hemerson e à Josiane, que disponibilizaram tempo para fornecimento de dados e esclarecimento de dúvidas.

Aos colegas do mestrado, em especial a Larissa, pela amizade e paciência nos ensinamentos.

Ao Neto, pelo apoio com os mapas temáticos.

À Nicoli e Natacha, pelo auxílio na tabulação de dados e mapas.

À Camila, pela importante ajuda na aplicação dos questionários.

À Universidade Federal de Itajubá e ao Instituto de Recursos Naturais, pela oportunidade e excelência no ensino.

À Prefeitura Municipal de Itajubá, em especial aos colegas de trabalho pela compreensão nos momentos em que foi necessário focar nos estudos.

À Professora Fabrina Bolzan Martins, pelas contribuições à dissertação.

Ao Alexandre, pela importante orientação na discussão das cidades.

Aos meus pais, Lécio e Salete, pela motivação, apoio e carinho incondicional durante todas as etapas da minha vida.

Ao Fabrício, mais do que companheiro, meu cúmplice, por celebrar comigo as alegrias das conquistas e oferecer conforto nos momentos difíceis.

Aos meus sogros, Benedito e Terezinha, pela forma carinhosa e atenciosa com que me tratam e pela ajuda diária nesta caminhada.

Às minhas irmãs, Debora e Francine, por serem minha maior fonte de inspiração e por incentivarem tudo que faço.

Aos meus cunhados e cunhada, Maurício, Daniel, Helinton e Ana Paula, por entenderem minhas ausências nestes dois anos de estudo e ainda assim se fazerem presentes.

Aos meus amigos queridos, por respeitarem meu distanciamento, não me abandonarem e por apoiarem sempre que precisei.

A todos que, de uma maneira ou outra, com palavras ou atos, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

BOBSIN, Daniela. **Estudo de demanda hídrica em sistema de abastecimento de água na cidade de São Lourenço - MG**. 2014. 112 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.

O estudo dos padrões de demanda hídrica em um sistema de abastecimento de água é importante, pois permite explicar os consumos atuais, a fim de prever as demandas futuras e planejar novos setores de redes de abastecimento de água. Esta pesquisa teve como objetivo principal estudar particularidades e padrões de comportamento de demanda e setor escolhido no caso na cidade de São Lourenço - MG, e como objetivos específicos comparar as redes de distribuição de água que atendem diversas classes sociais; avaliar os padrões de adensamento de diferentes classes sociais; comparar os consumos hídricos em classes sociais e classes de uso da água distintas; levantar cenários de ocupação e densidade para a infraestrutura dos sistemas de distribuição de água, e por fim, analisar nos bairros o aumento da densidade prevista nas leis, apresentando modelos e tipologias que podem ser adotados e sua implicação na infraestrutura urbana através de cenários. Para atingir tais objetivos foi construído um banco de dados, com informações secundárias, sobre o referido sistema e realizadas atividades de campo, a fim de levantar o uso do solo, aplicar questionários socioeconômicos e obter informações junto aos órgãos de regulação do solo e da água. A partir destes foi realizado um diagnóstico socioeconômico dos bairros pesquisados e analisados os comportamentos no uso da água, verificando-se as possíveis correlações entre o consumo de água e temperatura, pluviosidade, conta de água, conta de energia, número de equipamentos de uso da água e número de pessoas por residência.

Palavras-chave: Sistema de abastecimento de água, rede de distribuição de água, demanda hídrica, densidade urbana.

ABSTRACT

BOBSIN, Daniela. **Study of hydric demand in water supply system in São Lourenço – MG**. 2014. 112 p. Thesis (Master's degree in Environment and Water Resources) – Natural Resources Institute, Federal University of Itajubá, 2014.

The patterns study of hydric demand in water supply system is important because it allows to explain the present intake, to provide the future demands and plan new network sectors of water supply. This research aims to study the behavior patterns and characteristics of demand and chosen sector in São Lourenço – MG case, and as specific goals to compare the water distribution networks that serve different social classes; evaluate the density patterns of different social classes; estimate the future hydric demand for the study field; compare the water use in social classes and classes of distinct water use; estimate the density and occupation scenery for the infrastructure of water distribution systems and lastly calculate in the neighborhood density increase provided by the laws, showing models and typologies that can be taken and their implication in the urban infrastructure through the scenarios. Database was built to achieve these goals, with secondary information about the system and field activities held, to raise the land use, implementing socioeconomic surveys and gather information with the soil and water regulating organ. Neighborhood socioeconomic diagnosis was accomplished and the water use behavior analyzed, checking the correlation between water intake and temperature, rainfall, water bill, electricity bill, number of water use equipment and people number in each house.

Key-words: Water supply system, water distribution network, hydric demand, urban density.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – (a) e (b) Canal de drenagem na cidade peruana de Machu Picchu	23
Figura 2 – Canal de drenagem na cidade peruana de Machu Picchu	24
Figura 3 – Aqueduto de Segóvia	24
Figura 4 – Sistema de Abastecimento de Água.....	26
Figura 5 – Gráfico dos custos de infraestrutura urbana por sistema	26
Figura 6 – Gráfico dos custos de infraestrutura urbana por rede	27
Figura 7 – (a) Ruínas da cidade de Igatu - BA; (b) Canal de drenagem na cidade de Igatu - BA.....	28
Figura 8 – Aqueduto da Carioca, Rio de Janeiro - RJ	28
Figura 9 – Avaliação do Planejamento e Oferta de Água de São Lourenço – MG, segundo a ANA.....	32
Figura 10 - Etapas da metodologia.....	44
Figura 11 - Metodologia de elaboração do mapa de uso do solo	46
Figura 12 - Localização do município no Google Earth	47
Figura 13 - Mapa de localização geográfica dos setores estudados.....	48
Figura 14 - Panorama urbano de São Lourenço a partir do Parque das Águas.....	49
Figura 15 - Parque das Águas de São Lourenço.....	50
Figura 16 - Expansão urbana em São Lourenço entre 1971 e 2008.....	51
Figura 17 - Localização dos setores a serem estudados.	54
Figura 18 – Esquema dos setores estudados.	55
Figura 19 – Avaliação da Situação de Oferta/Demanda de São Lourenço – MG, segundo a ANA.....	56
Figura 20 - (a) e (b) Aplicação dos questionários no bairro Palmela.....	59
Figura 21 - Gráfico da renda média familiar	60
Figura 22 - Gráfico do estado de conservação das edificações no Bairro Palmela..	61
Figura 23 - Panorama residencial do bairro Palmela (a) e do Condomínio Moradas da Serra (b).....	62
Figura 24 - Gráficos dos consumos totais de água no Bairro Vale dos Pinheiros (a), Condomínio Moradas da Serra (b) e Bairro Palmela (c) nos anos 2009, 2011 e 2013.....	63
Figura 25 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Bairro Vale dos Pinheiros nos anos de 2009, 2011 e 2013	64

Figura 26 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Bairro Vale dos Pinheiros nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	65
Figura 27 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Condomínio Moradas da Serra nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	66
Figura 28 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Condomínio Moradas da Serra nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	67
Figura 29 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Bairro Palmela nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	67
Figura 30 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Bairro Palmela nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	68
Figura 31 - Gráfico do consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros (a), Condomínio Moradas da Serra (b) e Bairro Palmela (c) nos anos de 2009, 2011 e 2013.....	69
Figura 32 - Gráficos do total de consumos residenciais por bairro e média mensal de temperatura para os anos de 2009 (a) e 2011 (b)	70
Figura 33 - Gráficos do total de consumos residenciais por bairro e média mensal de temperatura para o ano de 2013	71
Figura 34 - Gráfico do total de consumos residenciais por bairro e registro de pluviosidade no ano de 2009.....	71
Figura 35 - Gráfico do total de consumos residenciais por bairro e registro de pluviosidade nos anos de 2011 (a) e 2013 (b).....	72
Figura 36 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Bairro Vale dos Pinheiros para os anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c).....	73
Figura 37 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Vale dos Pinheiros para os anos de 2009, 2011 e 2013	75
Figura 38 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Condomínio Moradas da Serra para os anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)	76
Figura 39 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Condomínio Moradas da Serra para os anos de 2009, 2011 e 2013.....	78
Figura 40 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Bairro Palmela para os anos de 2009, 2011 e 2013	79
Figura 41 - Gráfico do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Palmela para o ano de 2009.....	80

Figura 42 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Palmela para os anos de 2011 e 2013	81
Figura 43 - Gráfico da frequência de rega no jardim/horta nos bairros Palmela, Vale dos Pinheiros e condomínio Moradas da Serra	82
Figura 44 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e energia no Bairro Palmela - Ano de 2013	83
Figura 45 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e luz no Bairro Vale dos Pinheiros - Ano de 2013	83
Figura 46 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e energia no Condomínio Moradas da Serra - Ano de 2013.....	84
Figura 47 - Gráfico do número de banheiros por residência por bairro	85
Figura 48 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no Bairro Vale dos Pinheiros	85
Figura 49 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no condomínio Moradas da Serra.....	86
Figura 50 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no Bairro Palmela	87
Figura 51 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Bairro Vale dos Pinheiros.....	88
Figura 52 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Condomínio Moradas da Serra	88
Figura 53 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Bairro Palmela.....	88
Figura 54 - Gráfico da frequência em que os usuários lavam roupas na semana nos Bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra.....	90
Figura 55 - Gráfico do crescimento residencial nos Bairros Palmela, Vale dos Pinheiros e Condomínio Moradas da Serra	90
Figura 56 - Placa indicativa da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros.....	91
Figura 57 - Pousadas localizadas no Bairro Vale dos Pinheiros: (a) Pousada do Ipê e (b) Pousada Varandas do Vale.....	92
Figura 58 - Gráfico dos consumos anuais de hotelaria no Bairro Vale dos Pinheiros	92

Figura 59 - Gráfico do consumo total anual de cada estabelecimento e número de leitos na rede hoteleira do do bairro Vale dos Pinheiros durante os anos de 2009, 2011 e 2013.....	93
Figura 60 - Gráfico da relação entre a média de consumo anual/leito e o número de leitos da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros durante os anos de 2009, 2011 e 2013.....	94
Figura 61 - Gráfico do consumo da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros e temperatura registrada nos anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)	95
Figura 62 - Gráfico do consumo da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros e precipitação registrada nos anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)	96
Figura 63 - Uso do solo predominantes nos bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra.....	98
Figura 64 - Mapa de uso do solo	99
Figura 65 - Rede hoteleira no Bairro Vale dos Pinheiros: (a) Hotel Château de la Montagne e (b) Pousada Ananda-ri.....	100
Figura 66 - Gráfico do uso do solo residencial nos bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra.....	100
Figura 67 - (a) Residência ocupando dois lotes no bairro Vale dos Pinheiros e (b) residência com um pavimento no condomínio Moradas da Serra	101
Figura 68 - Residência com dois (a) e três (b) pavimentos no condomínio Moradas da Serra.....	101
Figura 69 - Residências com um e dois pavimentos no bairro Palmela	101
Figura 70 - Empreendimento residencial multifamiliar em fase de finalização no bairro Vale dos Pinheiros.....	102
Figura 71 - (a) Residencial multifamiliar em fase de finalização no condomínio Moradas da Serra e (b) placa de lançamento de empreendimento imobiliário no bairro Vale dos Pinheiros.....	102
Figura 72 - Lotes vazios no bairro Vale dos Pinheiros (a) e no condomínio Moradas da Serra (b).....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consumo per capita de água, segundo o porte das comunidades.....	35
Quadro 2 - Densidades demográficas típicas.....	35
Quadro 3 - Uniformização das classes de consumo em categorias	37
Quadro 4 - Consumo de água residencial em diferentes atividades	38
Quadro 5 - Consumo per capita de água em cidades do interior de Minas Gerais ..	39
Quadro 6 - Categorias e índices sociodemográficos utilizados na análise.....	42
Quadro 7 - Modelos de assentamento permitidos e índices urbanísticos	53
Quadro 8 - Classes socioeconômicas e respectivas faixas de renda domiciliar.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento populacional no município de São Lourenço, entre 1970 e 2013.....	50
Tabela 2 - Comparativo entre o número de edificações, a média e o consumo total dos bairros	64
Tabela 3 - Consumo residencial e total de água no Bairro Vale dos Pinheiros	65
Tabela 4 - Consumo residencial e total de água no Condomínio Moradas da Serra	66
Tabela 5 - Consumo residencial e total de água no Bairro Palmela	68
Tabela 6 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros	74
Tabela 7 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros	74
Tabela 8 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Condomínio Moradas da Serra.....	77
Tabela 9 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Condomínio Moradas da Serra.....	77
Tabela 10 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Bairro Palmela	80
Tabela 11 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Bairro Palmela	80
Tabela 12 - Coeficientes de correlação para as variáveis conta de água e conta de energia, conta de água e consumo medido nos bairros estudados para o ano de 2013.....	82
Tabela 13 - Coeficientes de correlação entre variáveis nos bairros estudados	87
Tabela 14 - Coeficientes de correlação (r) entre as variáveis temperatura, precipitação e consumo de água medido para cada estabelecimento hoteleiro do Bairro Vale dos Pinheiros	97
Tabela 15 - Coeficientes de correlação (r) entre as variáveis temperatura, precipitação e consumo de água total medido para o setor hoteleiro do Bairro Vale dos Pinheiros	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
ANA	Agência Nacional de Águas
ARSAE	Agencia Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais
BA	Bahia
BNH	Banco Nacional da Habitação
CEP	Comitê de Ética
CESBs	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
EEA	Estação Elevatória de Água
ETA	Estação de Tratamento de Água
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA1	Modelo de Assentamento 1
MA2	Modelo de Assentamento 2
MA7	Modelo de Assentamento 7
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NUMMARH	Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Planasa	Plano Nacional de Saneamento
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RJ	Rio de Janeiro
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Lourenço
SD	Sociodemográficos
SE	Socioeconômicos

SED RU	Secretaria Estadual de Desenvolvimento Regional e Política Urbana
SEIS	Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento
SIG	Sistema de Informações Georreferenciadas
SNIS	Sistema Nacional em Informação sobre o Saneamento Básico
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UNIVERSITAS	Centro Universitário de Itajubá
ZMC	Zona de Medição de Caudal
ZR1	Zona Residencial 1

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE QUADROS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	14
SUMÁRIO.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 OBJETIVOS.....	20
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	21
3.1.1 Contexto.....	21
3.1.2 Planejamento dos Recursos Hídricos	21
3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	23
3.2.1 Histórico e Definição	23
3.2.2 O Setor de Saneamento no Brasil.....	27
3.2.3 Estrutura tarifária do setor	32
3.3 PADRÕES DE USO DO SOLO E DA ÁGUA.....	33
3.3.1 Cidades médias e uso do solo	33
3.3.2 Classificação dos usos da água.....	36
3.4 PADRÕES DE DEMANDA HÍDRICA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	38
3.4.1 Considerações sobre o consumo humano de água.....	38
3.4.2 Modelos de Previsão de Demanda	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	44
4.1 Etapas de realização do estudo	44
4.2 Caracterização da Área de Estudo	47
4.2.1 Rede de Abastecimento de água em São Lourenço.....	54
4.3 Definição de classes sociais.....	56
4.4 Elaboração e aplicação dos questionários	57

5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	60
5.1	Consumo Residencial.....	60
5.2	Consumo da Rede Hoteleira	91
5.3	Uso do Solo	98
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	ANEXO A	109
	ANEXO B	110
	ANEXO C	112

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e a crescente necessidade de urbanização nas cidades trazem preocupações sobre o fornecimento de água potável, em especial ao abastecimento humano. Procurando estudar as particularidades e os padrões de demanda hídrica em um sistema de abastecimento de água, este trabalho se propõe a pesquisar hábitos e comportamentos humanos com relação ao uso da água.

A água potável, dada a sua atual e potencial escassez, configura-se em um recurso estratégico, sendo seu uso racional e a preservação de suas reservas cada vez mais fomentados, de forma a alertar para a degradação dos habitats naturais dependentes dos meios hídricos (REGO *et al.*, 2012).

A urbanização acelerada, as mudanças climáticas, o aumento da população urbana com conseqüente crescimento do consumo per capita e ampliação da escassez de água, tornaram-se assuntos de destaque e alvo de inquietações políticas em todo o mundo (MOREIRA, 2012).

A importância do estudo da demanda hídrica no campo científico dá-se pela utilização do mesmo para explicar os consumos atuais, para prever as demandas futuras e para o planejamento de novos setores de redes de abastecimento de água, sendo interesse especial neste trabalho fornecer subsídios para arquivo de entrada de modelos de simulação hidráulica. Além disso, conforme a Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) são diretrizes gerais de ação na Política Nacional de Recursos Hídricos: a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo, áreas onde a pesquisa está inserida.

Os objetivos do trabalho são estudar as particularidades e os padrões de comportamento de demanda de água em setores de abastecimento escolhidos, no caso nas cidades de São Lourenço e Carmo de Minas - MG, através da análise dos dados fornecidos pelo Serviço Autônomo de Água e

Esgoto de São Lourenço (SAAE), da realização de diagnóstico socioeconômico e do levantamento do uso do solo atual.

A área de estudo está localizada na cidade de São Lourenço, MG e é alvo de trabalho do Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos (NUMMARH), sendo foco de pesquisas desenvolvidas em trabalhos anteriores. Trata-se de um município pertencente ao Circuito das Águas de Minas Gerais, na serra da Mantiqueira, com área de 58,019 km² e população de 42.372 habitantes na área urbana (IBGE, 2012).

Estão incluídos neste trabalho a análise de três bairros, o Bairro Vale dos Pinheiros e o Condomínio Moradas da Serra, pertencentes à área urbana de São Lourenço; e o bairro Palmela, que em termos de área geográfica e regulação do uso do solo pertence ao município de Carmo de Minas, mas por conta do abastecimento de água, ser atendido pelo SAAE de São Lourenço e estar em área já pesquisada pelo NUMMARH, foi abrangido pela pesquisa.

2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho são estudar particularidades e padrões de comportamento de demanda em setor escolhido e abastecido pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Lourenço (SAAE), no caso na cidade de São Lourenço - MG. Os objetivos específicos são comparar as redes de distribuição de água que atendem diversas classes sociais; avaliar os padrões de adensamento de diferentes classes sociais; comparar os consumos hídricos em classes sociais e classes de uso da água distintas; levantar possíveis cenários de ocupação para a infraestrutura dos sistemas de distribuição de água e por fim analisar nos bairros o aumento da densidade prevista nas leis, apresentando modelos e tipologias que podem ser adotados e sua implicação na infraestrutura urbana através de cenários.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo reúne informações bibliográficas acerca da preocupação da comunidade científica com a problemática dos recursos hídricos, o consumo de água e seu reflexo nos centros urbanos.

Neste trabalho, busca-se dissertar sobre as correlações entre o espaço urbano e as demandas hídricas, referindo a literatura mais recente sobre o tema em questão, especialmente no Brasil, devido à necessidade de se estudar particularidades específicas de cada sistema para poder elaborar políticas públicas eficazes.

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

3.1.1 Contexto

O crescimento urbano, a industrialização, e a crescente poluição decorrentes do desenvolvimento das sociedades modernas trazem consigo preocupações no domínio da água, devido ao aumento das necessidades de abastecimento e tratamento de efluentes líquidos das populações, os quais configuram uma constante pressão sobre os recursos hídricos e sua disponibilidade limitada (REGO *et al.*, 2012).

Freqüentemente o acesso às redes de infraestrutura não consegue acompanhar a mesma necessidade de urbanização que a realidade da cidade apresenta.

3.1.2 Planejamento dos Recursos Hídricos

A consciência ecológica e a participação democrática na esfera pública são tendências de nossos tempos e despertam mudanças de atitudes por parte dos tomadores de decisões (PORTO *et al.*, 1997). Como resposta a estas tendências surge a necessidade do trabalho de planejamento urbano em processo contínuo e elaborado por equipes multidisciplinares, respondendo pelo planejamento das atividades de infraestrutura urbana. Segundo Villaça (2005) “manter um processo de planejamento é mais importante do que ter plano diretor”. Para auxiliar nas tomadas de decisões das equipes de

planejamento urbano empregam-se parâmetros urbanísticos correspondentes às capacidades dos sistemas estruturais urbanos.

As operadoras dos serviços urbanos de água buscam aperfeiçoar a qualidade de seus serviços através da melhoria na eficiência operacional e da eficácia na manutenção e na reabilitação dos seus sistemas, a fim de responder satisfatoriamente às necessidades dos consumidores e garantir sua própria sustentabilidade. Segundo Moreira (2012) estas ações demandam um reforço constante na qualificação profissional dos técnicos envolvidos:

Gestão patrimonial de infraestruturas, impacto das alterações climáticas nos sistemas urbanos de água, medidas de mitigação e adaptação, utilização de águas residuais tratadas e dessalinização da água do mar são temas atuais em que os técnicos necessitam de formação. Também continuam a ser temas de grande atualidade: o controle de perdas de água nos sistemas de abastecimento e o controle de entradas indevidas nos sistemas de drenagem de águas residuais. (MOREIRA, 2012, p.3)

A necessidade de gerenciamento da demanda de água, em função da sua escassez ou de maneira a atenuar os gastos exagerados para assegurar um abastecimento sustentável aliado ao crescimento urbano e econômico das sociedades, atualmente, é uma realidade mundial, basta que se perceba a quantidade de programas e organismos instituídos com este propósito em todo o mundo (DIAS, 2008).

As redes de infraestrutura urbana, para comporem um sistema harmônico, devem ser idealizadas como um conjunto de elementos articulados entre si e o espaço urbano que as contenha. No entanto, tal conceito é pouco usado pelas empresas de serviços públicos, cuja desarticulação é total e se reflete em uma séria desordem do subsolo urbano e em complicados efeitos estéticos e urbanísticos. Isso ocasiona maiores custos de operação e dificulta as necessárias renovações e ampliações próprias de cada rede (ZMITROWICZ, 1997, p. 19).

Fatores como a deterioração das redes de infraestrutura, o crescimento populacional e as alterações climáticas caracterizam pressões que demonstram a necessidade de freqüentes avaliações do desempenho dos sistemas que compõem os serviços do ciclo urbano da água, as quais devem englobar não só as dimensões de proteção dos meios hídricos e de gestão dos

sistemas de infraestruturas como todos os diferentes fluxos de materiais e energia (REGO *et al.*, 2012).

3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.2.1 Histórico e Definição

É reconhecido o papel fundamental da água para a sobrevivência do ser humano e o desenvolvimento das sociedades, desde a antiguidade aos dias atuais, basta observar a prevalência da ocupação ribeirinha na história mundial. Descobertas arqueológicas e registros históricos ligam a prosperidade de civilizações antigas (Figuras 1 e 2) à existência de obras hidráulicas que garantiam suprimento de água para atender palácios luxuosos e grandes edificações, através de aquedutos, cisternas, poços e complexos sistemas de canais de irrigação (HELLER, 2006 apud DIAS, 2008).

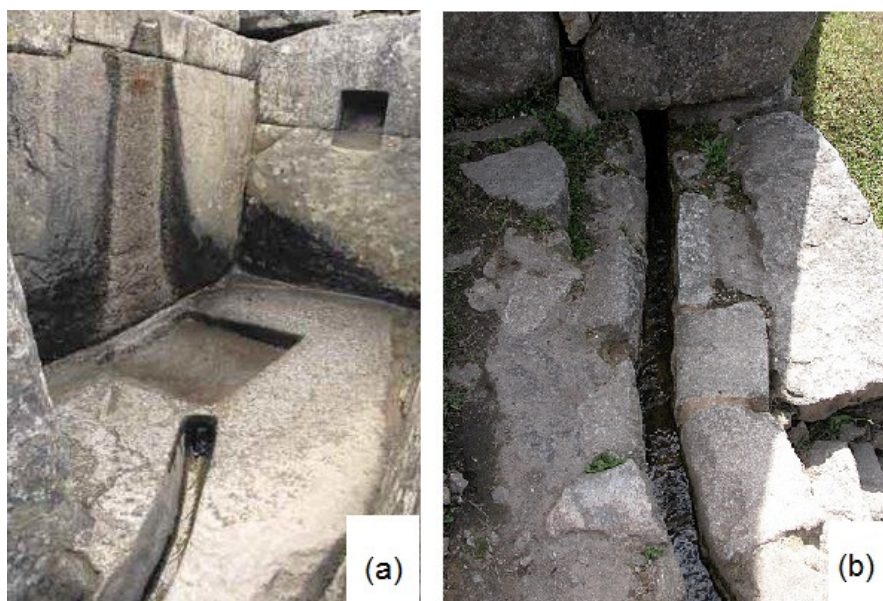


Figura 1 – (a) e (b) Canal de drenagem na cidade peruana de Machu Picchu
Fonte: <http://blog.perutourism.com> Fonte: <http://www.rutahsa.com/mp-fountains.html>



Figura 2 – Canal de drenagem na cidade peruana de Machu Picchu

Fonte: <http://www.casadesobra.com.br/2012/10/09/uma-visita-a-machu-picchu>

O monumental Aqueduto de Segóvia (Figura 3) garantia o abastecimento de água na cidade espanhola desde os tempos romanos. Construído por volta dos séculos I e II d.C. possui dimensões monumentais: 728 metros de longitude total, 167 arcos (79 singelos e 88 dobrados), 29 metros de altura e cerca de 35.000 blocos de granito empregados e configura-se em um Patrimônio Arquitetônico Mundial chancelado pela UNESCO.



Figura 3 – Aqueduto de Segóvia

Fonte: http://www.fotovianero.com/pt/tags/arte-romana/aqueduto-de-segovia_389

O sistema de abastecimento de água, por definição, compõe-se das etapas de captação, adução, recalque, reservação, tratamento e rede de distribuição. Nem todos os sistemas devem, obrigatoriamente, conter todas as etapas, algumas podem ser dispensadas de acordo com a topografia e as condições apresentadas pelo manancial (TSUTIYA, 2006, p.9).

A etapa de captação inclui o conjunto de instalações e equipamentos utilizado para extrair a água bruta do manancial. A adução é a etapa que compreende o conjunto de tubulações, obras e peças destinadas a promover a circulação de água no sistema de abastecimento. Para o traçado das adutoras, devem ser levados em conta fatores como a topografia, as características do solo e as facilidades de acesso. O comprimento e o diâmetro da adutora em geral são proporcionais ao número de habitantes que se pretende atender no sistema (TSUTIYA, 2006).

Quando a topografia do terreno exige, ocorre a etapa de recalque, que é formada por conjuntos moto-bomba que elevam a água, bruta ou tratada, para a estação elevatória de água (EEA). Em cidades acidentadas é recomendável usar redes divididas em partes independentes para a etapa de recalque. A etapa de reservação compreende reservatórios que tem a função de acumular água para posterior distribuição, além de garantir o abastecimento em horários de maior consumo e contribuir para a manutenção da pressão na rede. Estes reservatórios podem ser enterrados ou expostos, dependendo da configuração e disposição relativa à rede de distribuição.

A etapa de tratamento ocorre na estação de tratamento de água (ETA), onde, através de diversas tecnologias, converte-se a água bruta em água que atenda as normas e padrões de potabilidade para consumo humano. Após todas estas etapas a água tratada segue pela rede de distribuição através de tubulações que a levam aos consumidores finais.

Com relação às redes de distribuição, salienta Mascaró:

Do ponto de vista do urbanista, é a parte mais importante do sistema de abastecimento de água, pois os diferentes traçados incidem diretamente nos seus custos. (...) Em geral, no que diz respeito ao traçado podem ser definidos dois tipos de redes: redes abertas, ramificadas ou espinha de peixe, e redes malhadas ou fechadas (MASCARÓ, 2005, p. 108).

A Figura 4 apresenta um esquema básico apresentando as etapas componentes do sistema de abastecimento de água.

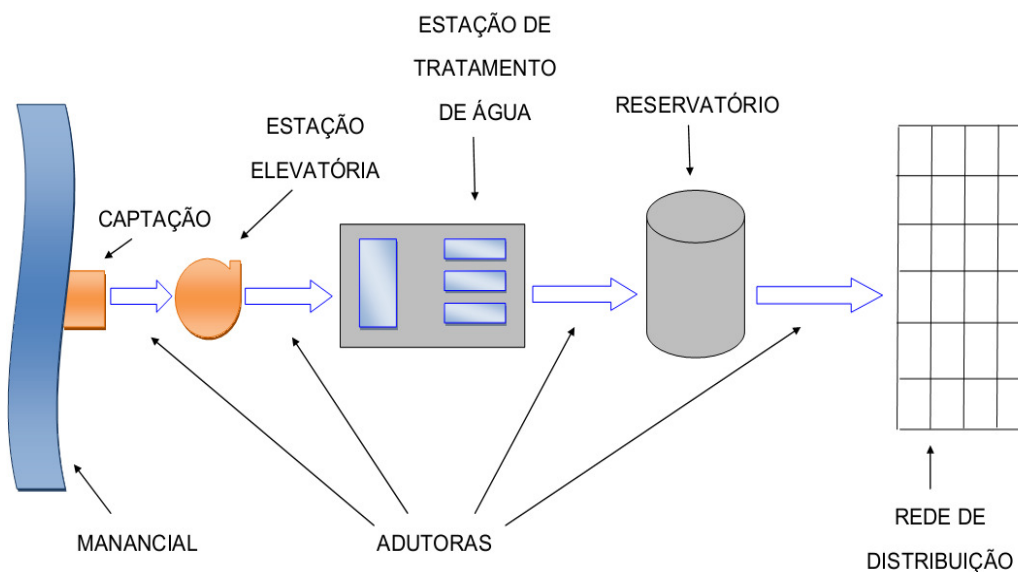


Figura 4 – Sistema de Abastecimento de Água
 Fonte: LAMOGLIA, 2013, adaptado de TSUTIYA, 2005.

O sistema sanitário (Figura 5) corresponde a 20% dos custos totais de infraestrutura urbana, sendo então dividido entre água potável (30%) e esgoto cloacal (70%).

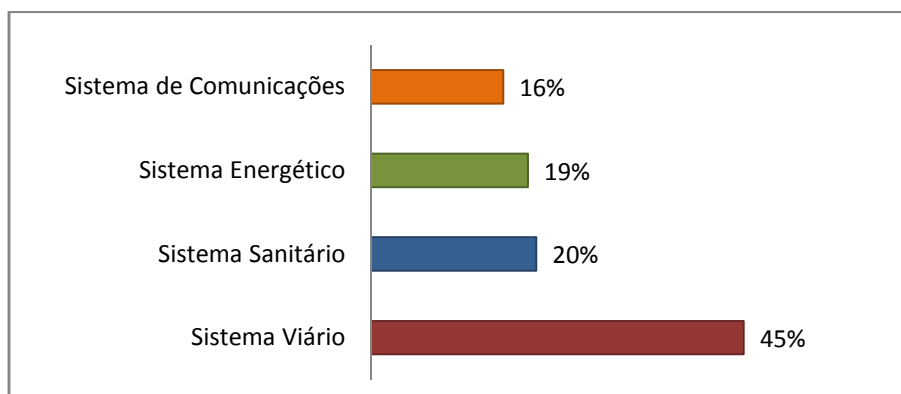


Figura 5 – Gráfico dos custos de infraestrutura urbana por sistema
 Fonte: adaptado de Mascaró (2005)

Conforme demonstrado na Figura 6, as redes de distribuição de água potável respondem por 6% dos custos de infraestrutura urbana por rede, excluídas as de grande porte como trens metropolitanos e anéis rodoviários,

encontradas apenas em grandes urbanizações. A rede de abastecimento de água trabalha sob pressão, a de esgoto pela força da gravidade (MASCARÓ, 2005). Entre todos os sistemas públicos, o sistema de abastecimento de água merece especial atenção por conduzir um recurso escasso e extremamente importante para a sobrevivência da humanidade (OLIVEIRA e FORMIGA, 2009).

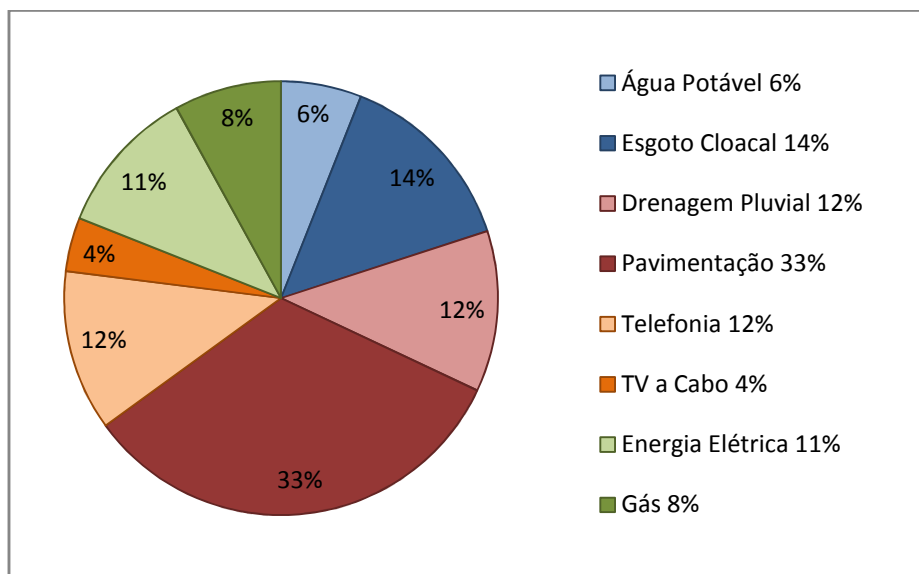


Figura 6 – Gráfico dos custos de infraestrutura urbana por rede
Fonte: adaptado de Mascaró (2005)

3.2.2 O Setor de Saneamento no Brasil

A história do saneamento básico no Brasil permeia a evolução das cidades e demonstra desde o início, no Período Colonial, uma certa precariedade. Como raro exemplar deste período, as ruínas da cidade baiana de Igatu, localizada na Chapada Diamantina (Figura 7), expõem o que sobrou das casas dos garimpeiros de diamantes e, num olhar mais atento, revelam canais de um sistema de drenagem ou abastecimento de água esquecido no tempo.

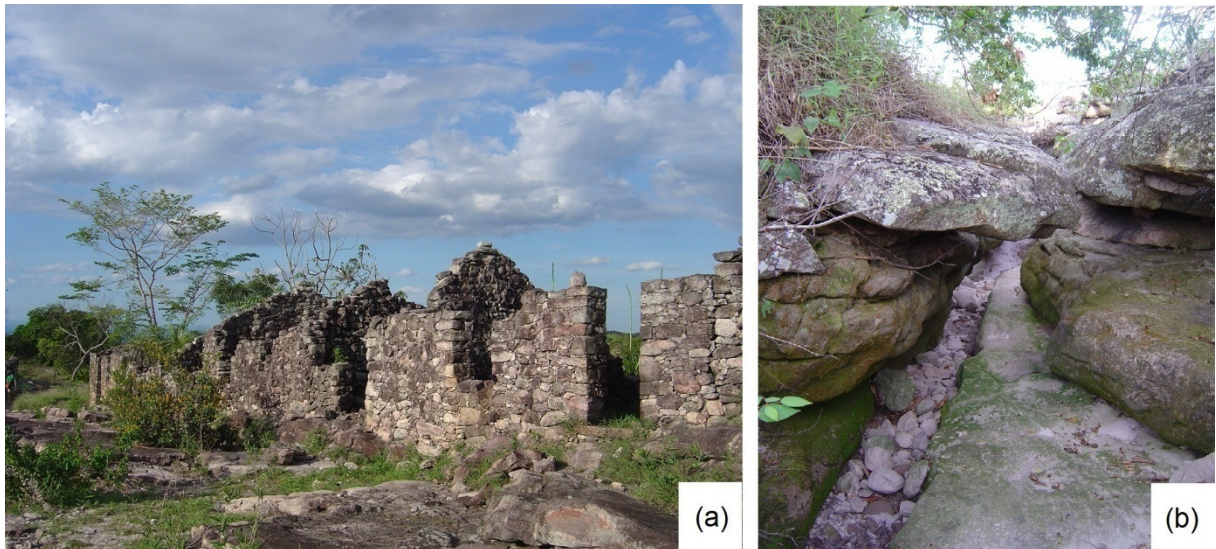


Figura 7 – (a) Ruínas da cidade de Igatu - BA; (b) Canal de drenagem na cidade de Igatu - BA
 Fonte: Fotos da autora

Destino diferente teve a maior obra hidráulica do Brasil colonial, o Aqueduto da Carioca (Figura 8), construído em 1750 (TSUTIYA, 2006) com 13 km de arcos, popularmente conhecido como Arcos da Lapa, que tornou-se um cartão postal da cidade do Rio de Janeiro.



Figura 8 – Aqueduto da Carioca, Rio de Janeiro - RJ
 Fonte: <http://www.historiadorio.com.br/pontos/arcosdalapa>

Com a vinda da Família Real Portuguesa, o setor de saneamento não conseguiu acompanhar o aumento vertiginoso da população e o crescimento econômico da capital, resultando em anos de epidemias e mortes. É apenas com o fim do Império que começam a serem organizados os serviços de saneamento básico no Brasil nas cidades de maior porte, os quais são entregues inicialmente a companhias estrangeiras.

O início da atuação da União na atividade de saneamento ocorre somente em 1968 com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); no entanto este ato só ganha corpo a partir da instituição do Plano Nacional de Saneamento (Planasa) em 1971 pelo regime militar. Este Plano tornou-se responsável por definir o modelo de saneamento que ainda hoje vigora no país (HIPOLITO, 2010).

A estratégia foi estimular os estados a constituírem empresas públicas ou sociedades de economia mista destinadas a prestação dos serviços de saneamento, criando-se assim as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), com recursos financiados pelo FGTS e administrados pelo Banco Nacional de Habitação. Cabe destacar que a destinação destes recursos era exclusivamente para empresas públicas, não sendo possível a participação da iniciativa privada.

Na década de 1990 o Plano Nacional de Saneamento (Planasa) entrou em crise, devido a diversos fatores, tais como: contratos muito longos e que não definiam metas contratuais ou estrutura tarifária; ausência no tratamento da questão dos bens reversíveis, os quais as companhias deveriam transferir aos poderes concedentes dos financiamentos ao final dos contratos, através de um ressarcimento dos bens que não haviam sido depreciados; ineficiência administrativa, culminando com o fim do período de carência dos financiamentos.

Os municípios são os entes competentes para a prestação dos serviços de saneamento, competência esta consolidada pela Constituição Federal de 1988. No entanto, os municípios que não possuíam serviços próprios ou recursos para criar sua infraestrutura de saneamento própria, foram estimulados a conceder a prestação destes serviços às CESBs. Segundo Hipolito (2010) um grave problema que contribui para conturbar a visão estratégica do saneamento no País é a inexistência de regulação por partes

dos municípios o que faz com que se tenha a impressão de que pertença aos Estados a responsabilidade pela disponibilidade dos serviços.

A Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e dispôs da criação de um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos no intuito de promover a racionalização do uso da água, evitando o desperdício e pesquisando o desenvolvimento de métodos e tecnologias de conservação. Esta lei foi "resultado de um longo processo de avaliação das experiências de gestores de recursos hídricos e a formulação de propostas para melhorias da gestão" (LAMOGLIA, 2013).

Além disso, em 2007 foi instituída a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Essa legislação prevê

que os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados com base em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados, fundamentados no princípio da transparência das ações. Esses sistemas serão estabelecidos pelo titular dos serviços de saneamento básico, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento.

Daí a importância de realização de diagnósticos precisos para o planejamento, regulação e controle social do setor de abastecimento de água, pois segundo Condurú (2012) o aumento na produção de água poderia ser evitado com planejamento e com a prática de ações para recuperação de perdas, políticas públicas, ações contínuas e informação atualizada e confiável.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), base de informações disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério das Cidades, apresenta informações sobre as condições de saneamento básico nos domicílios, economias e municípios brasileiros. Esta pesquisa tem como fornecedores de dados as empresas privadas e os órgãos públicos que realizam os serviços de saneamento básico no país e iniciou em 1974, sendo sua última edição publicada em 2010 (com dados de 2008).

O Sistema Nacional em Informação sobre o Saneamento Básico (SNIS), coordenado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), do Ministério das Cidades tem periodicidade anual e apresenta informações providas pelos prestadores do serviço de abastecimento de água e pelas

prefeituras municipais. Tem como objetivo orientar o planejamento e a execução de políticas públicas, o uso de indicadores, a aplicação de investimentos, a gestão, a regulação, o controle social e o desempenho dos serviços de saneamento. O SNIS conta com um banco de dados com informações operacionais, financeiras, gerenciais e de qualidade, disponibilizando informações sobre a população atendida; extensão da rede; ligações; economias; municípios, sedes e localidades atendidas; ativo e passivo, patrimônio, despesas, receita e lucro; consumo de energia elétrica; volumes (produzido, tratado, serviço, consumido, faturado, micromedido, macromedido); investimentos; paralisações, intermitências e amostras para análise (BRASIL, 2011).

Em 2009 o Estado de Minas Gerais desenvolveu seu banco de dados próprio, o Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento, para subsidiar informações que apoiem os municípios na elaboração de seus planos municipais de saneamento básico, instrumento obrigatório a partir do ano de 2014 e condição de acesso aos recursos orçamentários da União.

As agências reguladoras são os organismos indicados para fiscalizar a prestação de serviços públicos executados por empresas privadas, controlando a qualidade na prestação do serviço e estabelecendo regras para o setor. A Agência Nacional de Águas (ANA) foi criada no ano 2000, e está vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), porém com autonomia administrativa e financeira. Coordena e implementa a gestão dos recursos hídricos no país e regula o acesso à água, sendo sua responsabilidade promover o uso sustentável desse recurso, procurando atender a geração atual de forma a garantir as futuras gerações. A Figura 9 apresenta informação disponibilizada pela ANA para o município de São Lourenço - MG.

No estado mineiro, a população conta com a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG), que segue o modelo e os parâmetros das agências reguladoras de nível federal, entre os quais o regime jurídico de autarquia especial, o que lhe confere autonomia de decisão e de gestão administrativa, financeira, técnica e patrimonial. É a primeira agência reguladora a integrar a estrutura institucional do Estado de Minas Gerais e está

vinculada ao sistema da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU).



Figura 9 – Avaliação do Planejamento e Oferta de Água de São Lourenço – MG, segundo a ANA

Fonte: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?mun=2990&mapa=plan>

Segundo Tsutiya (2006) a condição atual de abastecimento de água no Brasil é razoavelmente boa, com índice de atendimento atingindo 92,4% da população urbana, contando com um total de $28.897,9 \times 10^3$ ligações ativas. Deste total 75,5% são atendidas por companhias estaduais de água e esgoto e 24,5% por serviços municipais, incluídas aí as autarquias, companhias municipais ou operadoras privadas.

3.2.3 Estrutura tarifária do setor

No Brasil, assim como em outros países, as companhias de saneamento financiam seus serviços através de modelos tarifários caracterizados pela cobrança em bloco e crescente. Cobra-se “uma tarifa única para os primeiros dez metros cúbicos de consumo de água residencial, cujo preço médio desta faixa de consumo é pelo menos 30% inferior ao da faixa de consumo seguinte” (MELO, 2007).

Este modelo foi concebido de maneira a cumprir dois objetivos diferentes. Primeiramente,

garantir às empresas de saneamento a cobertura de seus custos fixos, estabelecendo um consumo mínimo compulsório (...) Isto significa que cada unidade de consumo terá uma cobrança mensal de pelo menos a metragem cúbica citada, independentemente de tê-la consumida ou não (HIPOLITO, 2010).

O segundo objetivo traz intrínsecas duas metas: incentivar o consumo racional da água e gerar o subsídio cruzado, que já estava previsto no Planasa e no Decreto Federal nº 82.587 de 1978. O subsídio cruzado caracteriza-se pela cobrança de tarifas menores para quem menos consome e maiores tarifas quando o consumo se eleva. Para garantir o atendimento desses objetivos, de maneira a restringir o desperdício, utiliza-se o mecanismo de elevação em bloco do valor a ser pago pelo consumidor à medida que seu consumo aumenta.

O problema, levantado por Fontenele *et al.* (2009), é que essa estrutura tarifária muitas vezes não assegura os recursos necessários para a expansão dos sistemas de abastecimento, criando uma defasagem entre o nível ideal de oferta dos serviços e o nível de recuperação dos custos. Por conta disso o autor defende que existe uma diferença considerável entre os níveis de serviços que os usuários gostariam de receber e o quanto eles estariam dispostos a pagar.

3.3 PADRÕES DE USO DO SOLO E DA ÁGUA

3.3.1 Cidades médias e uso do solo

Normalmente a definição de cidade média ocorre por questões populacionais, considerando-se cidades médias aquelas que contam com mais de 100 mil habitantes, mas também é usual levar-se em conta, a posição da cidade em uma dada rede urbana, tomando-se a cidade média como "intermediária".

Em termos populacionais chega-se nas "cidades de porte médio", que não necessariamente são "cidades médias", como exemplo tem-se Alvorada no Rio Grande do Sul e Hortolândia no estado de São Paulo, que pertencentes a uma região metropolitana não provêem recursos para a área de influência. Por

outro lado, há locais como São Lourenço, que mesmo sendo "pequena" por um critério eminentemente populacional, configura-se em um centro sub-regional, que é procurada por moradores de cidades vizinhas para atividades como o comércio e a prestação de serviços (IBGE, 2007).

Segundo Lajugie (1974), citado por Amorim Filho (2001) o "que se pode tentar determinar é uma faixa no interior da qual se situa um certo número de cidades que podem pretender a qualidade de cidades médias(...). Seria melhor dizer que elas são cidades de porte médio, mas não necessariamente cidades médias no sentido funcional do termo".

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística define a cidade de São Lourenço como um Centro sub-regional B (constituído por cidades com medianas de 71 mil habitantes e 71 relacionamentos), ou seja, são centros com atividades de gestão menos complexas, com área de atuação reduzida e cujo relacionamento com centros externos à sua própria rede se dá com três metrópoles nacionais. (IBGE, 2007).

Cidades deste porte desempenham papel importante na dinâmica econômica e espacial do país, pois apresentam uma tendência de crescimento favorável valorizando-se a disponibilidade de oferta de emprego, existência de infraestrutura básica, oportunidade de acesso à informação e estrutura educacional, enfim, dispõem de bens e serviços fundamentais à promoção material e intelectual de seus moradores (AMORIM FILHO, 2001).

O ordenamento do uso do solo em um município utiliza índices urbanísticos que determinam a maneira como uma área poderá ser ocupada, sendo os mais usuais a taxa de ocupação, o coeficiente de aproveitamento e o número máximo de pavimentos (ou gabarito). Segundo Saboya (2010) tais índices são apontados a partir "de uma estimativa da quantidade de população a ser alocada em uma determinada área nos próximos vinte anos e da densidade prevista em função dessa quantidade".

Com efeito, há muito Linsley (1978) já alertava que pode-se prever a população máxima a ocupar uma área geográfica no plano diretor do município, no entanto estas estimativas tornam-se nulas com quaisquer modificações nos padrões de zoneamento. Por conta disso, muitas vezes pode ser necessário rever a estimativa demográfica, considerando-se as limitações da infraestrutura disponível.

Citando Saboya (2010), "se, por exemplo, sabe-se que a água disponível atualmente é suficiente para abastecer somente uma população X, não adiantar prever uma quantidade 2X de pessoas para uma determinada área". Modelo interessante vem da cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte, onde o coeficiente de aproveitamento foi definido em função da capacidade de suporte do abastecimento de água.

Com relação ao consumo de água, é possível apontar uma relação entre a demanda de consumo e as características populacionais do município, evidenciando um maior consumo em populações mais organizadas, residentes em municípios mais populosos e caracterizadas por melhores níveis educacionais e socioeconômicos, como apresentado em Dias (2008) e exemplificado no Quadro 1.

Quadro 1 - Consumo per capita de água, segundo o porte das comunidades

Porte da comunidade	Faixa da população (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 - 140
Vila	5.000 - 10.000	100 - 160
Pequena localidade	10.000 - 50.000	110 - 180
Cidade média	50.000 - 250.000	120 - 220
Cidade grande	> 250.000	150 - 300

Fonte: adaptado de VON SPERLING, 1995 *apud* DIAS, 2008, p.21.

Acioly (1998) classifica as densidades residenciais urbanas como: baixa (100 habitantes/ha), média (200 hab/ha), alta (400 hab/ha) e muito alta (600 hab/ha). Linsley (1978) descreve as densidades demográficas típicas para fins de projetos de redes de abastecimento como adaptado no Quadro 2.

Quadro 2 - Densidades demográficas típicas

Tipo de bairros	Pessoas por ha
Bairros residenciais	
Residências unifamiliares	1 - 75
Residências multifamiliares	75 - 250
Apartamentos	250 - 2500
Bairros comerciais	37 - 75
Bairros industriais	10 - 37

Fonte: Linsley, 1978.

Baixas densidades demandam mais área para acomodar um determinado número de pessoas, enquanto altas densidades oferecem economia na utilização da terra urbana disponível, recurso de conhecidas características limitadas. O conceito de densidades deve ser observado constantemente no que se refere à infraestrutura, sendo interessante utilizar este instrumento para avaliar a necessidade de renovação dos sistemas estruturais urbanos.

3.3.2 Classificação dos usos da água

Ao realizar um estudo sobre redes de abastecimento de água, é necessário buscar inicialmente a definição de economia, utilizada na regulamentação dos serviços públicos de água e esgoto prestados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e especificada em Dias *et al.* (2010):

define-se como “economia” o imóvel de uma única ocupação ou subdivisão de imóvel com ocupação independente das demais perfeitamente identificável ou comprovável em função da finalidade de sua ocupação legal, dotado de instalação privativa ou comum para uso dos serviços de abastecimento de água ou de coleta de esgoto. A “ligação” de água consiste na conexão do ramal predial de água à rede pública de distribuição.

Mamade *et al.* (2012) ao realizar uma análise sociodemográfica em 150 zonas de medição de caudal (ZMC), provenientes de seis sistemas de distribuição de água nas cidades de Porto, Braga, Lisboa e Setúbal em Portugal, organizou classes de consumo a fim de uniformizar quatro categorias principais para realizar um diagnóstico, as quais encontram-se descritas no Quadro 3. A uniformização deve-se ao fato de as concessionárias utilizarem muitas classes de uso da água diferentes para agregação de tipos de clientes variados.

Quadro 3 - Uniformização das classes de consumo em categorias

Categoria de consumo	Exemplos de classes de consumo
Doméstico	Doméstica (ou habitação), doméstica não residente, famílias numerosas (5 ou mais elementos), condomínio, ligação provisória, fracos recursos, social.
Comércio e Indústria	Comércio, indústria, obras, oficinas, agrícola.
Coletivo	Estado, instituições públicas, administração local, câmara municipal, escolas, instituições sem fins lucrativos (ou instituições de beneficência), outros usos sem fins lucrativos.
Público	Autarquia, rede de incêndio (ou bocas de incêndio), rega, tarifário protocolar, jardins, serviços gerais.

Fonte: adaptado de MAMADE *et al.*, 2012, p. 4.

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG), assim como grande parte das concessionárias, classifica suas economias em quatro categorias: residencial, comercial, industrial e pública.

A categoria residencial é a economia ocupada exclusivamente para moradia. A comercial é aquela ocupada para o exercício de atividade de compra, venda ou prestação de serviços, ou para o exercício de atividade não classificada nas outras categorias. A industrial é a ocupada para o exercício de atividade classificada como tal pelo IBGE. Por fim, a categoria pública consiste na economia ocupada para o exercício de atividades de órgãos da administração direta do Poder Público, autarquias e fundações. Também são incluídos nessa categoria hospitais públicos, asilos, orfanatos e demais instituições de caridade, albergues, instituições religiosas, organizações cívicas e políticas, e entidades de classe e sindicais. (DIAS *et al.*, 2010)

Pesquisas indicam que, na categoria comercial, ocorre uma adequada relação entre o ramo da atividade desenvolvida, o tamanho e perfil do público consumidor e o respectivo consumo de água. Concernente às atividades de turismo e hotelaria, referências apontam um consumo *per capita* variando de 90 a 600 L/hab.dia, mas há casos como o Plano Diretor do Rio de Janeiro que prevê 900 L/hab.dia para hotéis acima de três estrelas. (DIAS, 2008)

3.4 PADRÕES DE DEMANDA HÍDRICA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

3.4.1 Considerações sobre o consumo humano de água

O consumo doméstico está associado ao uso da água no interior e no entorno das habitações, constituindo-se um dos principais componentes do consumo urbano, excedendo, freqüentemente, 75% do total (LOUREIRO, 2010). Pode variar em função de vários parâmetros como: as características climáticas da região, dia, hora, estação do ano, tipo de habitação, perda por vazamentos, os comportamentos e atitudes dos seus ocupantes, a renda média e o preço da água (BORGES, 2006).

Segundo Mascaró (2005) "uma pessoa consome, em média, 20 a 40 litros/dia. Quando se dispõe de água encanada, o consumo acompanha a renda das pessoas, iniciando com 100 a 150 litros/pessoa/dia e chegando a superar os 1.500 litros/pessoa/dia em algumas cidades do centro-oeste dos Estados Unidos". O autor reuniu no Quadro 4 as necessidades domiciliares de água de acordo com as atividades desenvolvidas em uma residência:

Quadro 4 - Consumo de água residencial em diferentes atividades

Atividade	Unidade	Quantidade
Beber	litros/pessoa/dia	01 a 03
Asseio sem ducha	litros/pessoa/dia	05 a 10
Lavagem e preparação de alimentos	litros/pessoa/dia	02 a 05
Limpeza da habitação	litros/família/dia	08 a 15
Lavagem de roupas	litros/pessoa/dia	05 a 10
Ducha	litros/pessoa/dia	30 a 100
Limpeza de sanitários	litros/família/dia	20 a 50
Lavagem de automóvel	litros/automóvel/dia	100 a 300
Lavagem de pátios	litros/família/dia	100 a 200
Rega de jardim	litros/m ² /dia	01 a 03

Nota: os valores inferiores correspondem aos períodos úmidos e frios e os maiores aos períodos quentes e secos.

Fonte: adaptado de MASCARÓ, 2005.

Diversos estudos realizados no Brasil (DIAS, 2008) demonstram que o consumo per capita varia consideravelmente de acordo com as características

de cada município, a disponibilidade de água e o padrão econômico de seus habitantes. Com efeito, Dias *et al.* (2010) aponta que em situações de alta renda ocorrem mudanças, no sentido de aumentar o padrão de consumo de água, por parte da população.

Em Minas Gerais, pesquisa realizada por Penna, Souza e Souza envolvendo 88 cidades com população entre 10.000 e 50.000 habitantes pelo período de 03 anos, apontou um consumo médio de água *per capita* de 147 L/hab.dia. Na pesquisa foram apurados também os valores de 122 L para consumo residencial, 08 L para consumo público, 14 L ao consumo comercial e 3 L ao consumo industrial. (DIAS, 2008). O Quadro 5 apresenta os consumos de água per capita de acordo com as faixas da população em aglomerações urbanas no estado de Minas Gerais.

Quadro 5 - Consumo per capita de água em cidades do interior de Minas Gerais

Faixa da população (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
de 10.000 a 20.000	146,43
de 20.000 a 30.000	150,47
de 30.000 a 50.000	158,72

Fonte: adaptado de PENNA, SOUZA e SOUZA, 2000 *apud* DIAS, 2008, p.22.

3.4.2 Modelos de Previsão de Demanda

Para se realizar um projeto de uma rede de abastecimento de água, o primeiro passo é realizar uma previsão de longo prazo, ou seja, determinar a quantidade de água indispensável para atender a população, com folga suficiente para as futuras necessidades (LINSLEY, 1978). Atualmente existem poucos trabalhos de investigação que conjuguem as ciências sociais e a engenharia sanitária.

O desenvolvimento de modelos de previsão de demanda atendendo a índices sociodemográficos, ajuda a explicar o comportamento e as atitudes dos consumidores perante os diferentes usos domiciliares de água, constituindo um importante instrumento para gestão e planejamento mais sustentáveis dos sistemas de distribuição. Esses modelos, refletem as características específicas de um sistema, permitindo estimar com maior exatidão os consumos, evitando o desperdício de recursos. Por conta disso, alguns autores

(LOUREIRO, 2010, BLOKKER *et al.*, 2009) utilizam esse conhecimento para prever consumos em zonas sem medição de vazão ou em novas zonas de expansão urbana, identificando grupos de clientes com usos de água mais ineficientes (SYME *et al.*, 2000).

Tais modelos utilizam técnicas baseadas em dados históricos e previsões associativas, utilizando-se as séries históricas para identificar variáveis de influência como: sazonalidade, tendência, variações irregulares e variações randômicas. Existem diferentes finalidades para a aplicação destes estudos podendo ser a longo prazo, como planos diretores; e a médio e curto prazo, como projetos, planejamento operacional de eventos e operações de adução (BORGES, 2006).

Blokker *et al.* (2009) utilizou o modelo PRP (pulso retangular Poisson), um modelo estocástico relacionado ao uso final da água, para demonstrar que os parâmetros de distribuição das probabilidades não são obtidos a partir de medições de fluxo, mas de dados estatísticos levantados em pesquisas. Neste estudo uma dada probabilidade de utilização ao longo do dia foi relacionada com as atividades dos moradores. Diferentes equipamentos e diferentes comportamentos com relação ao uso da água levaram a diferentes padrões de demanda de água.

Esta pesquisa demonstrou que os usuários são a chave em um modelo de uso final, porque são eles que escolhem as utilizações finais para a água. O modelo de uso final baseia-se nas informações estatísticas de equipamentos que utilizam água e dos usuários, neste caso residenciais, ao invés de medições de demanda de água. Os usuários foram divididos em grupos baseados no tamanho da família, sexo, idade e ocupação. Como a frequência de uso é dada por pessoa, o número de pessoas por família é de grande importância.

O estudo apresentou levantamentos do uso da água residencial que comprovam várias relações: entre idade e frequência de uso (por exemplo, as pessoas idosas utilizam os sanitários com mais frequência enquanto as crianças tomam diversos banhos por dia), entre idade e duração do banho (adolescentes tomam os banhos mais longos) e entre taxa de ocorrência e o tamanho da família (por exemplo, a posse de uma máquina de lavar louças e uma banheira correlacionam-se positivamente com o tamanho da família).

É possível, levando em conta essas relações, usar a frequência de uso e duração do uso da água como dependentes da idade. O tempo de uso da água está fortemente relacionada aos padrões diurnos dos usuários (presença em casa e ritmos de dormir-levantar). Por conseguinte, as idades e ocupações dos usuários foram importantes no modelo, assim como a quantidade de crianças (escola primária) e adolescentes (ensino secundário ou faculdade), pois os mesmos apresentam padrões diurnos diferentes de adultos com empregos distantes de casa ou de idosos. Assim como os horários de acordar, sair de casa e retornar variam, as probabilidades de eventos de uso da água variam também.

Blokker *et al.* (2009) apresentou a soma de todas as demandas de água como o padrão de demanda de água da casa. Fazendo simulações, ou construindo padrões múltiplos (diários) de uma casa específica pode ser encontrado um padrão de demanda de água de uma rua cujas casas ainda não foram construídas. No entanto, devido à natureza estocástica dos padrões de demanda de água, este simulado de padrão de demanda de água é apenas um resultado possível, embora os resultados tenham mostrado que as simulações estão acordadas com os padrões de demanda de água medidos.

Polebitski, (2010) utilizou métodos de regressão baseados em dados para produzir previsões precisas da demanda per capita de consumo residencial para uma única família dentro de setores censitários individuais, que replicados indicaram o consumo total para famílias dentro da área de estudo. A demanda de água para casas unifamiliares foi encontrada como sendo mais elástica para preços e efeitos na renda nos meses de verão do que nos meses de inverno. O tamanho do lote, a densidade e o tamanho da construção influenciaram os padrões de demanda de água e devem ser incluídos como variáveis em modelos de demanda de água dado que padrões urbanos são susceptíveis de mudança em muitas regiões.

As elasticidades desenvolvidas a partir dessa análise incorporam a variação temporal e espacial nos padrões de demanda residencial de água e incluem estimativas de variáveis que não tem sido comumente incorporadas aos conjuntos de dados. Estas elasticidades são apropriados para uso em previsões onde mudanças no tipo de desenvolvimento e uso da terra podem acontecer. Isso é importante, pois em muitas áreas urbanas acontecem

mudanças no tamanho da casa, na densidade de construção e na demografia (POLEBITSKI, 2010).

Rebelo et al. (2008) apresentou pesquisa evidenciando as relações entre o consumo doméstico de água e as características sociais, demográficas e da tipologia econômica da população em setores de rede nos municípios de Oeiras e Amadora, em Portugal. Os resultados apontaram que o consumo domiciliar de água demonstra correlação significativa com aspectos da edificação (idade e tipo de alojamento: residência/bloco de apartamentos), da população (idosos, nº de pessoas em casa, nível de escolaridade e mobilidade social) e das famílias (famílias com adolescentes, desemprego e famílias com idosos).

Mamade *et al.* (2012) realizando diagnóstico em diversas zonas de medição de caudal (ZMC) em Portugal, definiu categorias e índices sociodemográficos (SD) que devem ser considerados em análises sociodemográficas, os quais apresenta-se no Quadro 6:

Quadro 6 - Categorias e índices sociodemográficos utilizados na análise

Categoria	Índices SD
Edificação	Edifícios construídos antes de 1970 (vetustez 1), Edifícios construídos entre 1971 e 1995 (vetustez 2), Edifícios construídos entre 1996 e 2001 (vetustez 3), edifícios com 1-2 pisos, edifícios com 3-4 pisos, edifícios com 5 pisos ou mais.
Alojamento	Imobilidade residencial, arrendamento, vacância (alojamentos vagos)
Família	Famílias com jovens (< de 15 anos), famílias com idosos (> de 65 anos), famílias com desempregados, famílias com 1-2 elementos, famílias com 3-4 elementos, famílias com mais de 5 elementos
Indivíduos	Idosos, permanência em casa, mobilidade social (licenciados e médios), mobilidade económica (terciário), mobilidade da população ativa, escolaridade obrigatória.

Fonte: adaptado de MAMADE *et al.*, 2012, p.6.

Os resultados deste trabalho mostraram que os índices com maior relevância para a caracterização sociodemográfica de setores de rede de abastecimento de água foram: mobilidade econômica, mobilidade da população ativa, mobilidade social, famílias com 1-2 elementos, famílias com idosos e permanência em casa.

Estudos encontrados (SARGAONKAR, 2013; OLIVEIRA *et al*, 2012; OLIVEIRA e FORMIGA, 2009) utilizaram como suporte uma ferramenta de sistema de informações georreferenciadas (SIG) que além de dados técnicos, podem ser associadas à análise sociodemográfica, para calcular os índices sociodemográficos relacionados à edificação, às famílias e indivíduos a partir de dados censitários e de infraestrutura dos setores de rede.

Segundo Rebelo et al. (2008) a informação sobre os utilizadores domésticos nos sistemas de abastecimento contemplando a contabilização do número de utilizadores e as suas características sociais e económicas são particularmente relevantes no estudo da distribuição das curvas de consumo e da sua projecção a longo prazo, dado que os estudos que incluíram a dimensão social na sua análise apontam claramente uma relação entre as características sociais dos consumidores e as curvas de uso de água.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Etapas de realização do estudo

Na Figura 10 apresentam-se as etapas utilizadas para realização deste trabalho.

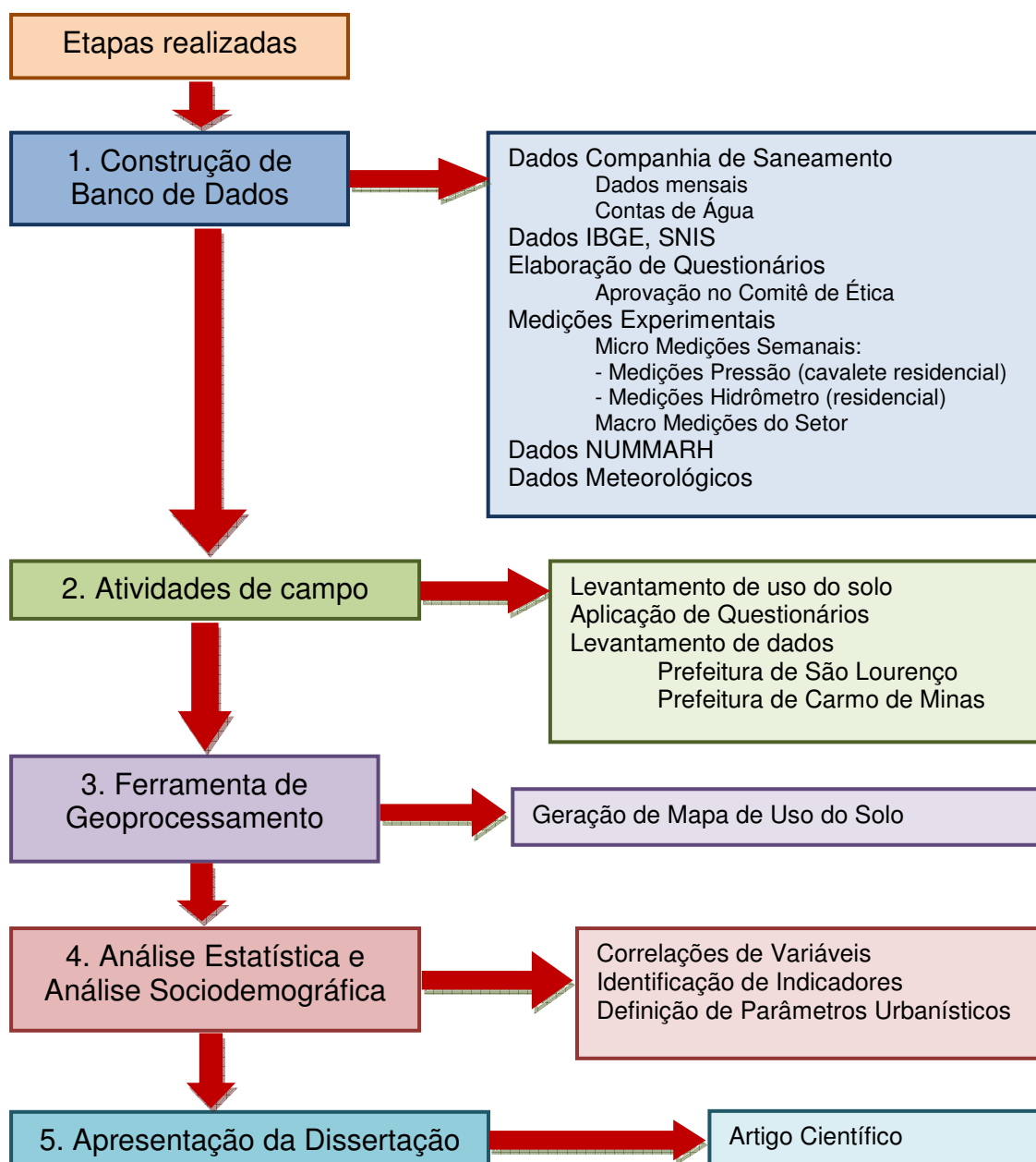


Figura 10 - Etapas da metodologia

A metodologia utilizada consistiu inicialmente na construção de um banco de dados, contando com dados mensais da Companhia de Saneamento (contas de água), dados secundários fornecidos pelo Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística e bases de informação do governo brasileiro como o Sistema Nacional em Informação sobre o Saneamento Básico (SNIS) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) fornecidas pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) vinculada ao Ministério das Cidades, dados do Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento (SEIS), instrumento disponibilizado pelo Governo de Minas Gerais, além de dados meteorológicos, obtidos pela Estação Meteorológica de São Lourenço e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia.

Para complementar esta base de dados e obter-se um diagnóstico da realidade sócio econômica da área de estudo elaborou-se um questionário, encontrado no Anexo A, o qual foi cadastrado na Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Universitário de Itajubá (CEP-UNIVERSITAS), cuja aprovação encontra-se no Anexo B. Também foram selecionadas as medições experimentais já apreendidas pelo Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos, (NUMMARH) na área de estudo, quais sejam micro medições semanais de pressão (medidas nos cavaletes residenciais) e medições de hidrômetro residencial, além de macro medições por setor.

Através de atividades de campo foi levantado o uso do solo, lote a lote, e foram aplicados os questionários. Além disso foram levantados os dados urbanísticos na Prefeitura de São Lourenço e de Carmo de Minas.

A partir daí os dados foram tabulados e foi utilizada uma ferramenta de geoprocessamento para elaborar mapas temáticos. Para realizar o mapeamento do uso do solo urbano, em cima de uma imagem de satélite (Figura 11), foi utilizado um software de geoprocessamento, onde foi possível digitalizar as classes de interesse. Posteriormente os arquivos vetoriais foram transferidos para outro software a fim de calcular as áreas e porcentagens de lotes vazios e ocupados e para confecção final do mapa de uso do solo. Na realização do mapa de uso do solo foi considerada como área de estudo os espaços urbanos já parcelados, ou seja, que apresentavam arruamento e definição de dimensão de lote.

Com o auxílio deste banco de dados foram realizadas análises estatísticas através do software Excel e na seqüência análise sócio

demográfica, de maneira a indicar quais as correlações de variáveis mais importantes para a área de estudo.

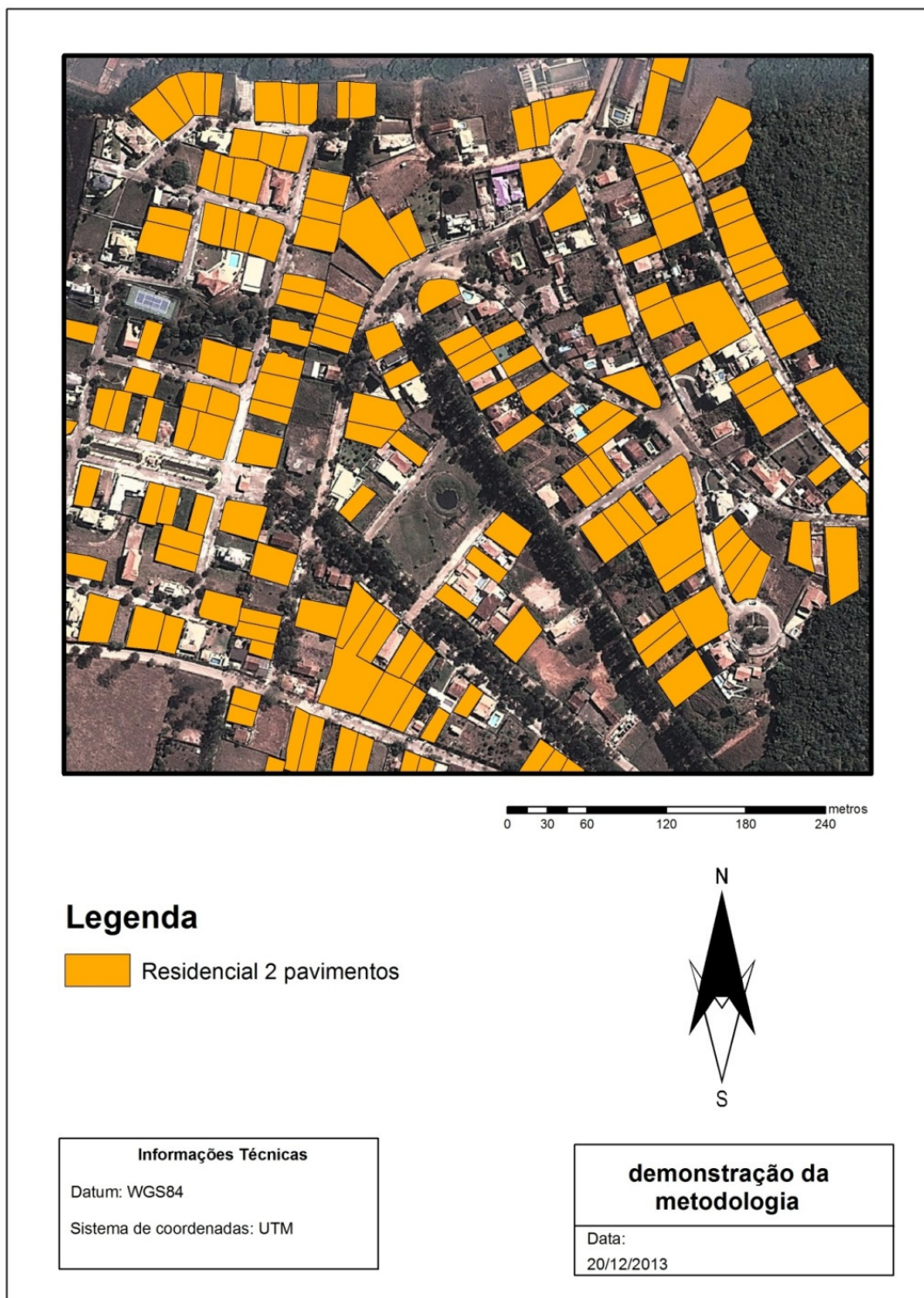


Figura 11 - Metodologia de elaboração do mapa de uso do solo

A pesquisa buscou encontrar indicadores que auxiliem a definição de parâmetros urbanísticos para a área de estudo, além de identificar cenários de

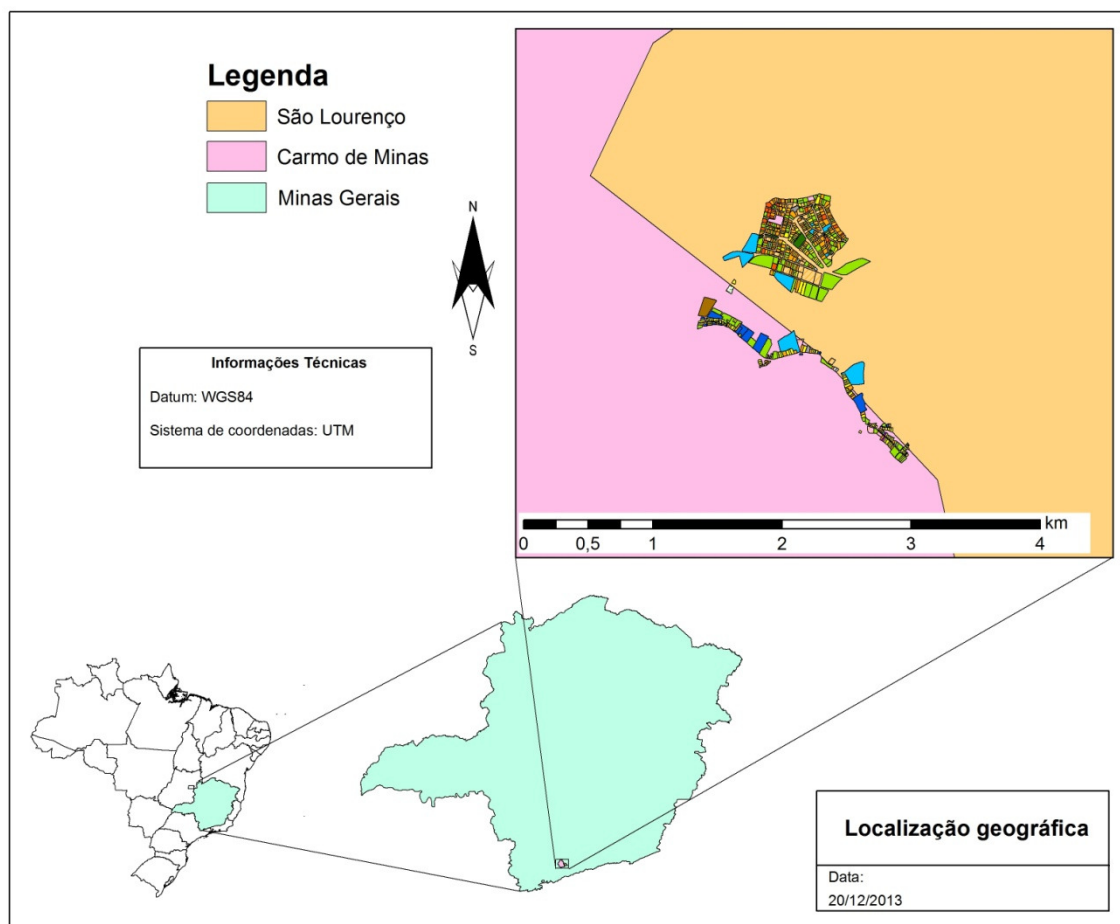


Figura 13 - Mapa de localização geográfica dos setores estudados.

Trata-se de uma indefinição entre as duas prefeituras que percorre muitos anos e atravessa questões judiciais, observando-se em diversos momentos a necessidade de ambas as prefeituras fazerem parceria para atendimento aos serviços urbanos básicos do bairro. Com relação à regulação do uso do solo a Prefeitura de Carmo de Minas é a responsável, e com relação ao abastecimento de água, o bairro é atendido pelo SAAE de São Lourenço, motivo pelo qual será dada ênfase ao segundo município, cuja localização pode ser visualizada na Figura 13.

Com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,759, situado na faixa de Desenvolvimento Humano Alto - IDHM entre 0,700 e 0,799 (PNUD, 2013), a cidade apresenta uma característica bastante peculiar entre os municípios brasileiros que é a de não apresentar população rural, devido ao fato de possuir uma área territorial relativamente pequena (Figura 14).



Figura 14 - Panorama urbano de São Lourenço a partir do Parque das Águas
Fonte: da autora

No entanto, apesar do bom desempenho de seu IDH, São Lourenço apresenta consideráveis desigualdades na concentração de renda que acabam por refletir-se na paisagem urbana. De acordo com Neto (2010):

São Lourenço, considerada por Abreu et al (2002) como uma cidade média, apresenta, atualmente, certa diversificação econômica, destacando a atividade turística, o comércio, a prestação de serviços e as indústrias, especialmente ligadas ao setor alimentício (águas minerais, doces, queijos, compotas, dentre outras). Com relação à atividade industrial, com exceção do engarrafamento de águas minerais, as demais são compostas por empresas de pequeno e médio porte, que comercializam sua produção no comércio local aos turistas e aos moradores, mas, também, é destinada a outras localidades do mercado nacional (NETO, 2010).

Sendo uma das estâncias hidrominerais mais conhecidas do país, o município tem sua economia baseada no comércio e na atividade turística, sendo essa de relevância considerável (Figura 15). Nos feriados e temporadas de férias, chega a receber uma população flutuante de até 100 mil pessoas, o que já alerta para picos de demanda hídrica em determinadas épocas do ano.



Figura 15 - Parque das Águas de São Lourenço

Fonte: da autora

Para municípios com tais características, Rego *et al.* (2012) ressalta que os aspectos ambientais são fundamentais para a manutenção dos fluxos turísticos. A qualidade das massas de água naturais das regiões e as necessidades ao nível do abastecimento para consumo humano exigem que o nível do tratamento de águas residuais e conseqüente descarga nos meios receptores seja garantida, de acordo com elevados padrões ambientais (REGO *et al.*, 2012).

São Lourenço conta com uma densidade demográfica de 718,22 hab/km² - o que equivale a 7,18 hab/ha, a qual é considerada uma densidade baixa por Acioly (1998). Entre os anos de 2000 e 2010, apresentou um crescimento populacional de 1,21%, enquanto o Estado de Minas Gerais e o país apresentaram 1,01% no mesmo período. A Tabela 1, adaptada de Andrade (2011) delinea esse crescimento populacional.

Tabela 1 - Crescimento populacional no município de São Lourenço, entre 1970 e 2013

Ano	População Urbana	População Rural	População Total
1970	18.105	1.164	19.269
1980	23.006	1.023	24.029
1991	29.498	372	29.870
2000	36.853	0	36.853
2010	41.657	0	41.657
2012	42.372	0	42.372
2013 (estimativa)	44.037	0	44.037

Fonte: adaptado de Andrade (2011) IBGE: Censos Demográficos, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010; Estimativas Populacionais, 2013.

Considerando que o município é eminentemente urbano, sua alternativa de crescimento, esgotados os estoques de vazios urbanos, será verticalizar, devendo então serem feitas precisas previsões de aumento da demanda nas redes de infraestrutura para suportar tal verticalização. A Figura 16 apresentada por Neto (2010) demonstra a evolução urbana de São Lourenço entre os anos de 1971 e 2008, sendo destacado pelo autor que nesse período

a área construída saltou de níveis em torno de 4.800 m² para os atuais 26.600 m² de área urbanizada, que passa a partilhar de aproximadamente 51% do território municipal em detrimento dos aproximados 9,2% de pouco mais de três décadas e meia. (NETO, 2010)

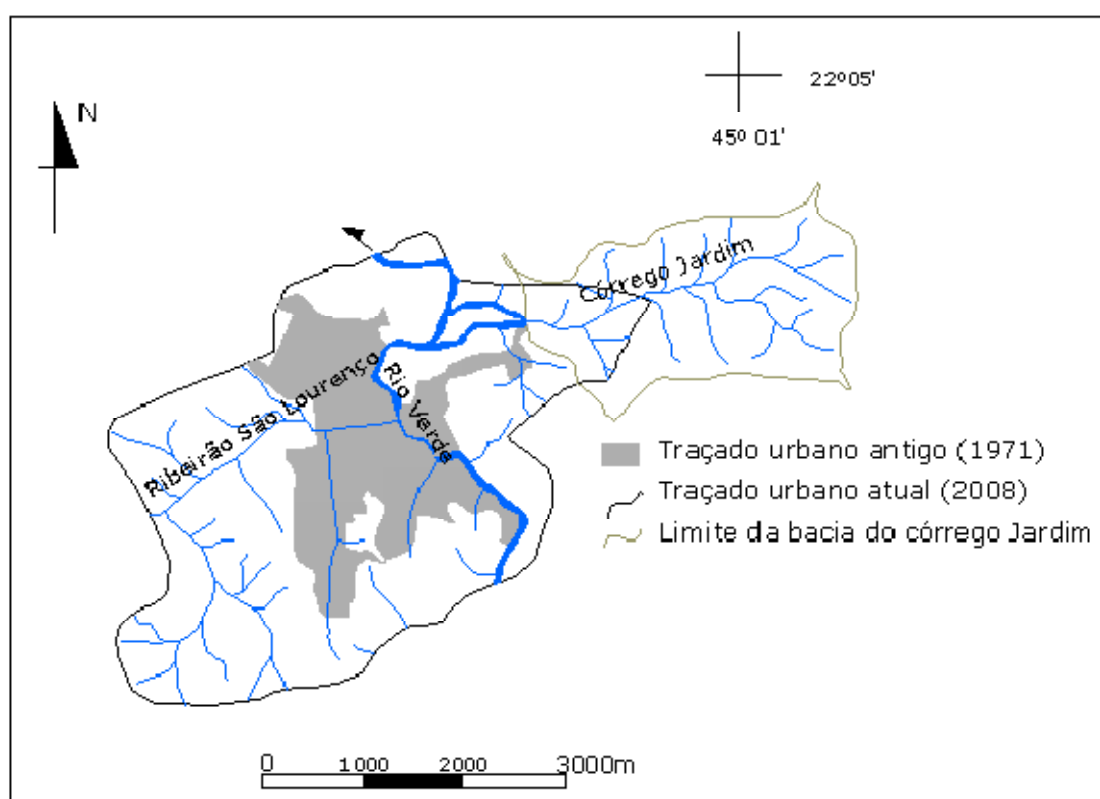


Figura 16 - Expansão urbana em São Lourenço entre 1971 e 2008

Fonte: Neto (2010)

Segundo Neto (2010) a cidade apresenta um crescimento populacional contínuo mas com ocupação imprópria do relevo, onde

a área atualmente ocupada pela malha urbana está situada bem próxima do limiar urbanizável, levando em conta que tal limiar foi expandido propositalmente às custas de ocupação em áreas íngremes e excessivamente planas, sendo o restante do território de São Lourenço composto por encostas de serra dissecadas e significativamente declivosas e morros isolados com declividades

também restritivas, além da planície aluvial do rio Verde na extremidade norte do município e outros compartimentos rebaixados correspondentes às várzeas dos córregos Jardim e Ipê, e do ribeirão São Lourenço, e que configuram áreas potencialmente alagáveis e recargas funcionais dos aquíferos subterrâneos. (NETO, 2010)

Com relação à legislação urbanística, o município encontra-se deficiente, pois seu Plano Diretor trata-se de uma compilação de leis municipais, divergindo completamente das definições constantes no Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001). Nas palavras de Andrade (2011) sobre a legislação de planejamento urbano de São Lourenço:

O Plano Diretor Municipal, realizado na década de noventa, se encontra indiscutivelmente desatualizado, portanto, praticamente não existem critérios e projetos para o ordenamento espacial, tampouco para a interação entre as práticas econômicas potenciais no município (ANDRADE, 2011).

A legislação de regulação do solo urbano conta então com as leis municipais nº 1.812/93 (Dispõe sobre ocupação e uso do solo do Município de São Lourenço), alterada pelas leis 2.414/93 e 1.894/94; nº 1.813/93 (Institui o Código de Obras municipal) e 1.814/93 (Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano) e nº 3.102 (Dispõe sobre o Parcelamento de Solo, a Regularização Onerosa de Construções, Ampliações e Reformas).

Com base nessas leis verifica-se que o bairro Vale dos Pinheiros e o condomínio Moradas da Serra encontram-se na Zona Residencial 1 (ZR1), onde são permitidas diversas categorias de uso do solo, quais sejam: residencial unifamiliar e coletivo, comércio e serviços de atendimento local e geral (com área construída máxima de 150 m²), hoteleiro, institucional, industrial do grupo A e grupo B, misto residencial e misto diversificado.

Essas categorias, no entanto, precisam enquadrar-se nos modelos de assentamento permitidos para a ZR1, que são os modelos MA1, MA2 e MA7. Os modelos de assentamento referem-se aos usos que as edificações podem ter, e os mesmos devem respeitar os índices urbanísticos constantes da lei municipal 2.414/93, os quais se encontram identificados no Quadro 7.

Quadro 7 - Modelos de assentamento permitidos e índices urbanísticos

Modelo	Usos permitidos	Taxa de ocupação (%)	Coefficiente de aproveitamento
MA1	residencial unifamiliar e coletivo, comercial e serviços de atendimento local e geral, comercial atacadista e depósitos dos Grupos A e B, serviços especiais dos Grupos A e B, hoteleiro, institucional, industrial dos Grupos A e B, misto residencial e misto diversificado	70	1,4
MA2	residencial unifamiliar e coletivo, comercial e serviços de atendimento local e geral, comércio atacadista do Grupo A, hoteleiro, institucional, industrial do Grupo A, misto residencial e misto diversificado	60	1,8
MA7	comercial e serviços de atendimento local e geral, serviços especiais, comércio atacadista dos Grupos A e B, hoteleiro, institucional, industrial dos Grupos A e B e misto diversificado	80	1,0

Fonte: da autora.

Sendo assim, na área de estudo os usos permitidos são residencial unifamiliar e coletivo, comercial, serviços de atendimento local e geral, comercial atacadista, depósitos dos Grupos A e B, serviços especiais dos Grupos A e B, hoteleiro, institucional, industrial dos Grupos A e B, misto residencial e misto diversificado. Os Grupos A e B designam os empreendimentos de pequeno porte (grupo A, com área máxima de 300 m² e máximo de 30 empregados/turno) e de maior porte (grupo B, com área superior a 300 m² e mais de 30 empregados/turno). Percebe-se então que, considerando as leis municipais é possível constituir na área de estudo (Figura 17) uma gama diversa de usos urbanos e portes de empreendimentos.



Figura 17 - Localização dos setores a serem estudados.
Fonte: LAMOGLIA, 2013.

4.2.1 Rede de Abastecimento de água em São Lourenço

A cidade de São Lourenço é abastecida por uma autarquia municipal, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Lourenço (SAAE), criado em 15 de outubro de 1979 através da Lei Municipal nº 1.181 para equacionar os problemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário até então existentes na cidade. De início, para administrar o SAAE foi firmado um convênio entre a Prefeitura e a então Fundação SESP, hoje Fundação Nacional de Saúde, órgão do Ministério da Saúde. Este convênio vigorou até setembro de 1999, quando a Autarquia passou a ter sua diretoria própria nomeada pelo Chefe do Poder Executivo Municipal, através da Lei Municipal 2.400 (SAAE, 2013).

O SAAE foi concebido para melhorar as condições sanitárias da população, e baseia-se na implantação e organização de estruturas para realização das atividades inerentes aos sistemas de água, esgoto e drenagem do município.

O objeto específico de estudo desta pesquisa, o sistema de abastecimento de água, conta com as etapas de captação, tratamento e

distribuição em quantidade e qualidade de acordo com as normas de potabilidade determinadas pela Portaria 2914/2011 do Ministério de Saúde. A Figura 18 demonstra os bairros atendidos pelo SAAE, estando os bairros foco deste estudo, incluídos no interior da linha pontilhada.

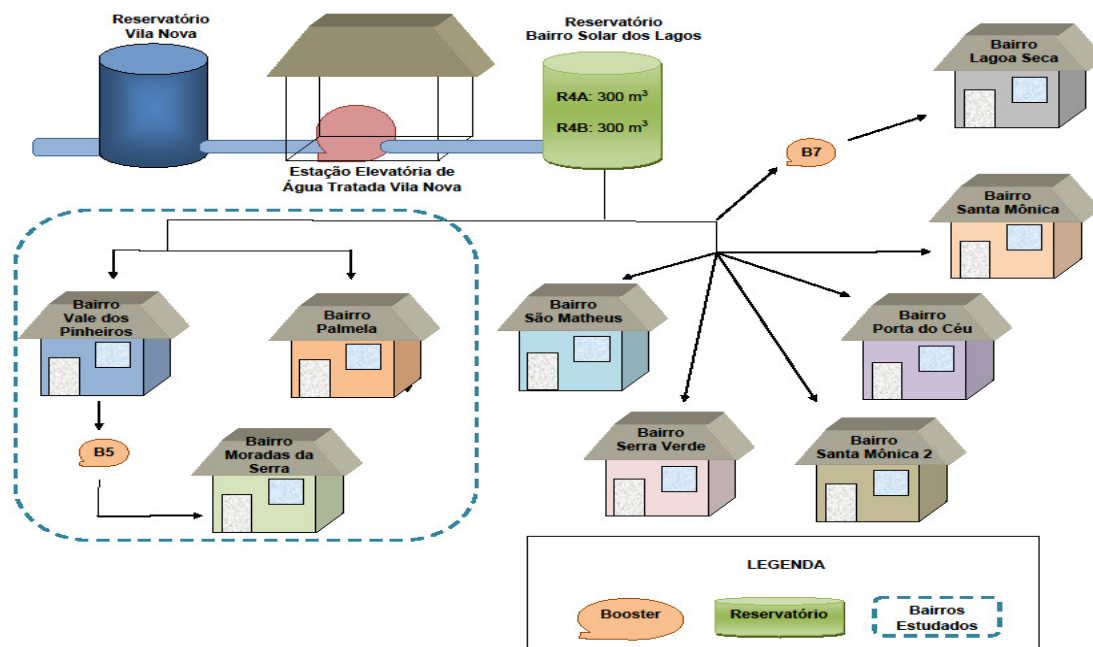


Figura 18 – Esquema dos setores estudados.

Fonte: LAMOGLIA, 2013.

Estes bairros foram escolhidos por comporem um sistema isolado, beneficiado por não receber influências de outras partes componentes do sistema da rede, o que facilita bastante o estudo específico na área, além da existência inicial de cadastros que possibilitam a obtenção de dados e informações.

A Figura 19 apresenta a avaliação da situação de oferta e demanda no abastecimento urbano de água na cidade de São Lourenço – MG, segundo a Agência Nacional de Águas.

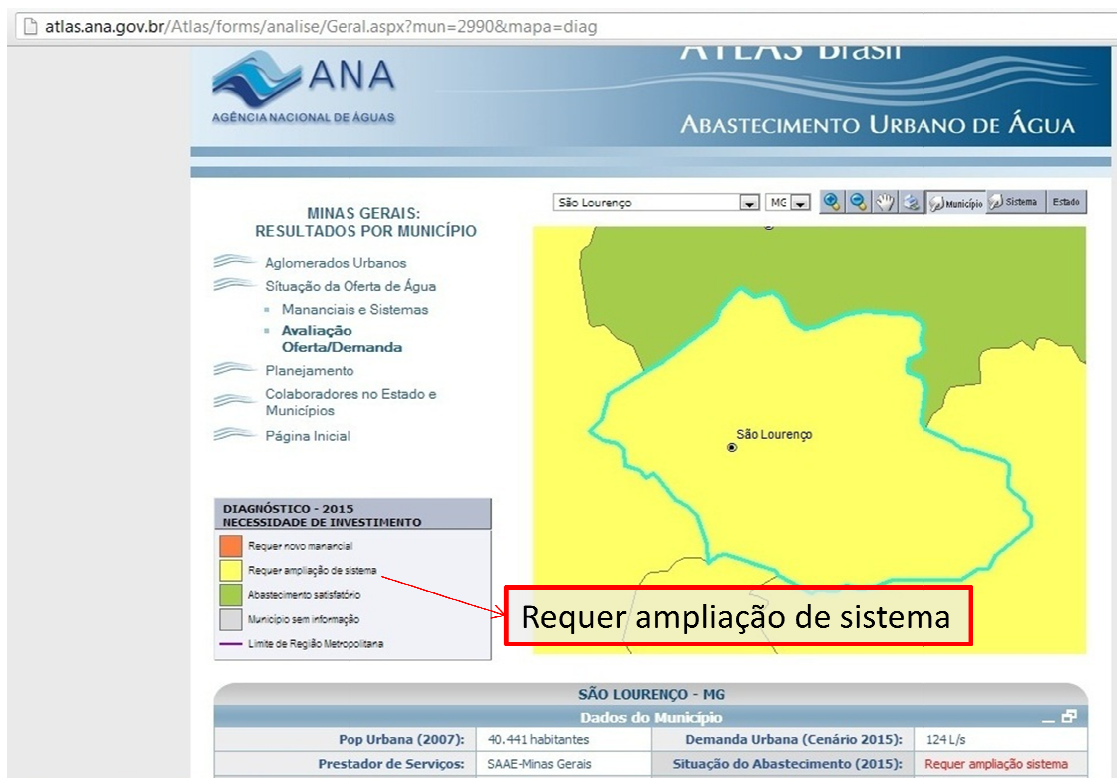


Figura 19 – Avaliação da Situação de Oferta/Demanda de São Lourenço – MG, segundo a ANA

Fonte: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?mun=2990&mapa=diag>

4.3 Definição de classes sociais

Em uma pesquisa que se utiliza de análise socioeconômica, torna-se importante abordar uma definição de classes sociais. Para tanto, nesta pesquisa foi adotada a definição instituída em 2005 pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, abordada por Dias *et al.* (2010). Trata-se de conceituação largamente aceita pela comunidade econômica e que concorda com a classificação proposta pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP) por meio do Critério de Classificação Econômica Brasil, apresentada no Quadro 8. Tal conceituação aborda critérios estabelecidos para definir grandes classes que atendam às necessidades de segmentação por poder aquisitivo para a maioria das empresas e que se mostrou “mais apropriado que a classificação de faixas de renda adotada pelo IBGE, no que se refere à representação do poder de compra segmentado da população” (DIAS *et al.*, 2010).

Quadro 8 - Classes socioeconômicas e respectivas faixas de renda domiciliar

Classe socioeconômica	Faixa de renda domiciliar (R\$/mês)
A1	superior a 6.000,00
A2	de 4.000,00 a 6.000,00
B1	de 3.000,00 a 3.999,00
B2	de 2.000,00 a 2.999,00
C	de 1.000,00 a 1.999,00
D	de 600,00 a 999,00
E	inferior a 600,00

Fonte: DIAS *et al.* (2010), UNICAMP (2005).

4.4 Elaboração e aplicação dos questionários

A partir da revisão bibliográfica e do questionário elaborado por Silva (2003) foram identificadas as variáveis mais importantes a serem utilizadas para um diagnóstico socioeconômico da área de estudo. Considerando as pesquisas de Blokker *et al.* (2009), Polebitski (2010), Loureiro (2010) e Mamade *et al.* (2012) foram identificados como itens significativos a pesquisar o tamanho do lote, a metragem quadrada da casa, a idade do imóvel e o estado de conservação em que o mesmo se encontra.

Além desses, considerou-se primordial levantar o perfil da família entrevistada e as características dos moradores, identificando a quantidade de idosos (maiores de 60 anos), de adultos (com idade entre 18 e 60 anos), adolescentes (entre 12 e 18 anos) e crianças (entre 0 e 11 anos) e incluindo na questão o levantamento dos hábitos de quem fica em casa ou não durante o dia. Para traçar um diagnóstico econômico foram incluídas questões sobre a renda média familiar, de acordo com a classificação de Dias *et al.* (2010), e sobre os valores que os usuários costumam pagar nas contas de água e de energia elétrica.

No levantamento dos hábitos dos usuários com relação ao uso da água foram inseridas questões sobre o costume de passar os finais de semana em casa, o dia da semana e a frequência em que lavam roupas, se os usuários tem carro e se costumam lavá-lo em casa, se tem horta ou jardim e a

freqüência em que costumam regá-lo e quantos dias da semana e a freqüência em que lavam a área externa da casa.

O questionário compreendeu também questões estruturais sobre a existência de caixa d'água na residência e sobre a maneira como é realizado o abastecimento de água se através de rede pública, poço ou nascente. Por fim foram incluídas questões relativas à composição dos domicílios e a quantidade de aparelhos de uso da água por residência, com a intenção de contabilizar o número de banheiros, de banheiras, de máquinas de lavar roupas e louças, de piscinas fixas ou plásticas e de torneiras de jardim por residência, cuja importância foi apontada por Polebitski (2010). Após o desenvolvimento do questionário, foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que pode ser visualizado no Anexo C, e realizado o cadastro na Plataforma Brasil para validação dos mesmos através do Comitê de Ética.

A metodologia de aplicação dos questionários contou com a delimitação da amostra, através da Equação 1, considerando população inicial de 503 economias (Lamoglia, 2013), erro amostral de 10% e intervalo de confiança de 90%, além de um sorteio dos endereços em cada bairro, de maneira a obter-se uma amostra aleatória simples, perfazendo um total de 60 questionários, os quais foram distribuídos proporcionalmente entre os bairros pesquisados.

Equação 1 – Equação para cálculo da amostra

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Fonte: SANTOS, 2013.

Onde:

n - amostra calculada

N - população

Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança

p - verdadeira probabilidade do evento

e - erro amostral

A partir daí foram realizadas as atividades de campo, com a aplicação dos questionários sendo desenvolvidas em três dias de campanha (Figura 20).



Figura 20 - (a) e (b) Aplicação dos questionários no bairro Palmela

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Consumo Residencial

Sendo uma pesquisa que se utiliza de análise socioeconômica, inicia-se a abordagem dos resultados demonstrando as faixas de renda média familiar, conforme classificação adotada por Dias *et al.* (2010). A partir dos dados de renda obtidos pelos questionários aplicados percebe-se uma diferença na composição familiar dos bairros com relação à esta característica, demonstrada na Figura 21.

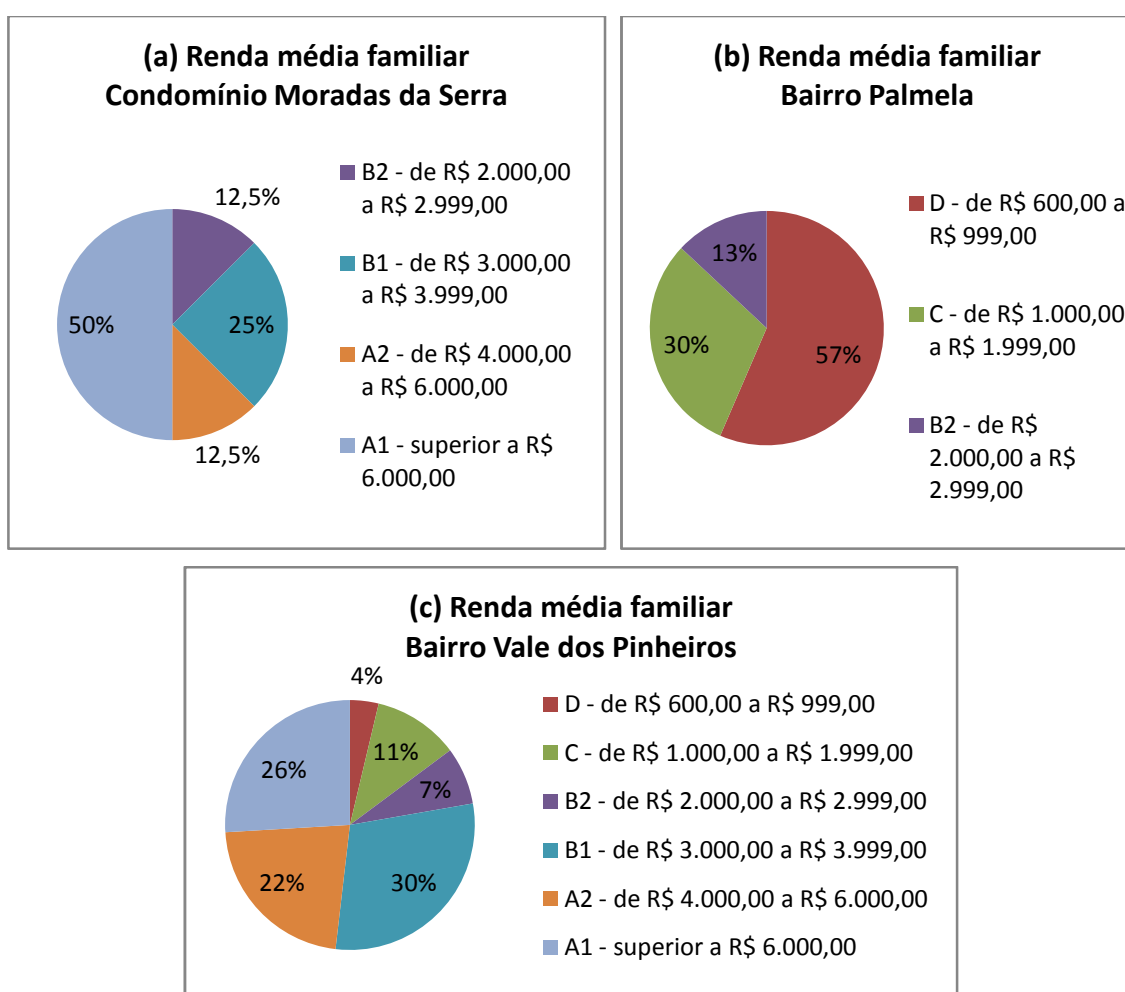


Figura 21 - Gráfico da renda média familiar

O Condomínio Moradas da Serra (Figura 21a) compõe-se das classes sociais A1, A2, B1 e B2, apresentando 50% das famílias na classe A1, 12,5% das famílias na classe A2, 25% das famílias na classe B1 e 12,5% das famílias na classe B2. De maneira oposta, o Bairro Palmela (Figura 21b) é constituído

por famílias com renda nas faixas B2 (13% das famílias), C (30% das famílias) e D (57% das famílias). O Bairro Vale dos Pinheiros (Figura 21c) , por sua vez apresenta uma maior variedade nas classes de renda familiar, sendo composto por 26% das famílias na classe A1, 22% das famílias na classe A2, 30% das famílias na classe B1, 7% das famílias na classe B2, 11% das famílias na classe C e 4% das famílias na classe D.

O estado de conservação das edificações foi outro item levantado para avaliar as características sociais de cada bairro. Sendo assim, as residências foram avaliadas em construção em bom estado de conservação, quando a mesma encontrava-se finalizada e pintada, com instalações corretas; construção acabada, quando a residência apresentava condições de habitabilidade mas não estava totalmente finalizada; e construção precária quando a residência apontava sinais de potencial perda de água, quer seja pela aparência interna e externa, quer seja por instalações expostas.

Desta forma as características sociais evidenciam-se no demonstrativo do estado de conservação das edificações, onde o resultado encontrado para o Condomínio Moradas da Serra e Bairro Vale dos Pinheiros foi de 100% das edificações em bom estado de conservação. De maneira diversa, o bairro Palmela (Figura 22) apresenta apenas 13,06% das suas edificações em bom estado de conservação, contando com 43,47% das construções em estado precário e 43,47% das construções em estado acabado.

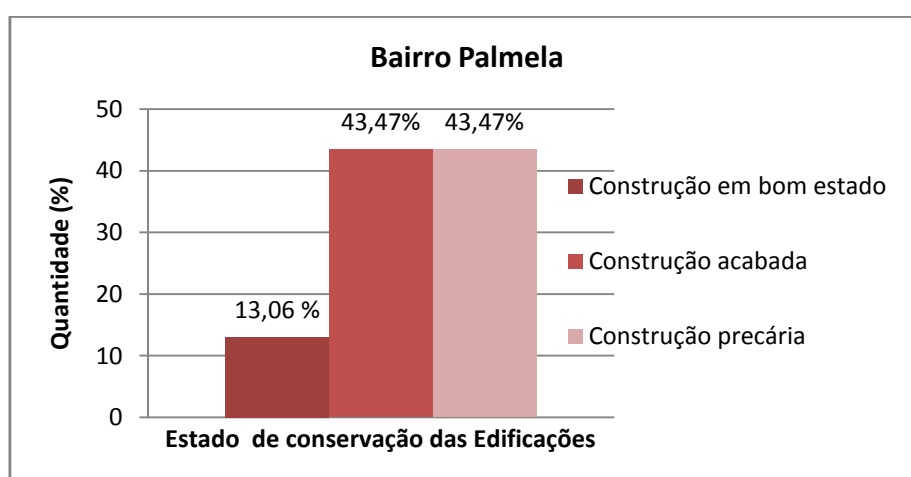


Figura 22 - Gráfico do estado de conservação das edificações no Bairro Palmela

Essas duas características por si só demonstram os traços sociais dos bairros estudados. O Condomínio Moradas da Serra (Figura 23b), trata-se de um condomínio fechado, composto por 73 residências em excelente estado, bem acabadas e com evidente zelo estético, típico dos condomínios com prevalência das classes A e B. O Bairro Vale dos Pinheiros apresenta uma população mais diversificada, distribuída em 218 residências, com variação entre todas as classes sociais, mas ainda apresentando suas construções em bom estado e terrenos regulares e bem implantados. Por sua vez o Bairro Palmela (Figura 23a) apresenta população com características mais pobres em 194 residências, evidenciadas pelo levantamento que apontou prevalência das classes C e D e construções em estado precário ou acabado, e pouca incidência de construções em bom estado, onde visualmente verificou-se que os lotes foram implantados de maneira sem planejamento urbano.



Figura 23 - Panorama residencial do bairro Palmela (a) e do Condomínio Moradas da Serra (b)

Com relação ao consumo de água, a partir dos dados fornecidos pelo SAAE, foi possível levantar os consumos totais anuais de cada bairro, cujas curvas de consumo apresentam-se na Figura 24 e os comparativos entre os bairros na Tabela 2.

O Bairro Vale dos Pinheiros apresentou consumo total anual de 43.181 m³ de litros de água no ano de 2009, 49.532 m³ no ano de 2011 e 41.629 até outubro de 2013. O Condomínio Moradas da Serra consumiu 17.374 m³ de litros de água no ano de 2009, 20.717 m³ no ano de 2011 e 19.154 m³ até outubro de 2013. O Bairro Palmela demonstrou consumos totais anuais da

ordem de 31.514 m³ no ano de 2009, 34.132 m³ no ano de 2011 e 31.225 m³ até outubro de 2013.

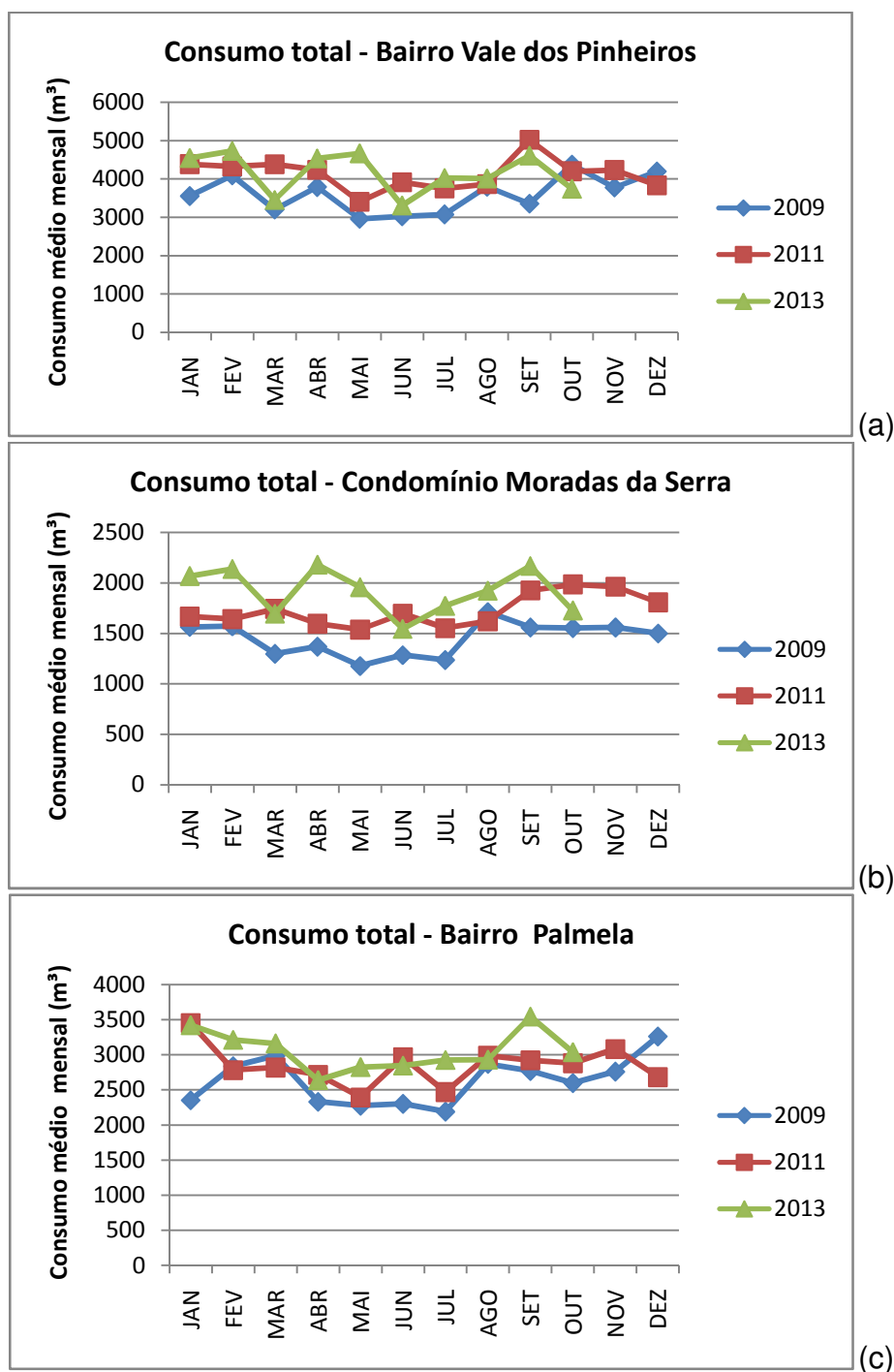


Figura 24 - Gráficos dos consumos totais de água no Bairro Vale dos Pinheiros (a), Condomínio Moradas da Serra (b) e Bairro Palmela (c) nos anos 2009, 2011 e 2013

Tabela 2 - Comparativo entre o número de edificações, a média e o consumo total dos bairros

Bairro		Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013 (até outubro)
Vale dos Pinheiros	edificações	182	201	218
	média de consumo por edificação	20,17 m³/mês	20,40 m³/mês	19,35 m³/mês
	consumo total	43.181 m³	49.532 m³	41.629 m³
Condomínio Moradas da Serra	edificações	67	70	73
	média de consumo por edificação	21,49 m³/mês	24,17 m³/mês	25,83 m³/mês
	consumo total	17.374 m³	20.717 m³	19.154 m³
Bairro Palmela	edificações	185	197	201
	média de consumo por edificação	14,61 m³/mês	14,84 m³/mês	16,10 m³/mês
	consumo total	31.514 m³	34.132 m³	31.225 m³

Analisando o consumo de água em cada bairro, no Vale dos Pinheiros observa-se um acréscimo nas médias de consumo residencial e total entre os anos 2009 e 2011 e um decréscimo no período de 2011 a 2013, enquanto o número de edificações seguiu aumentando. Verificam-se estes dados na Tabela 3 e nas Figuras 25 e 26.

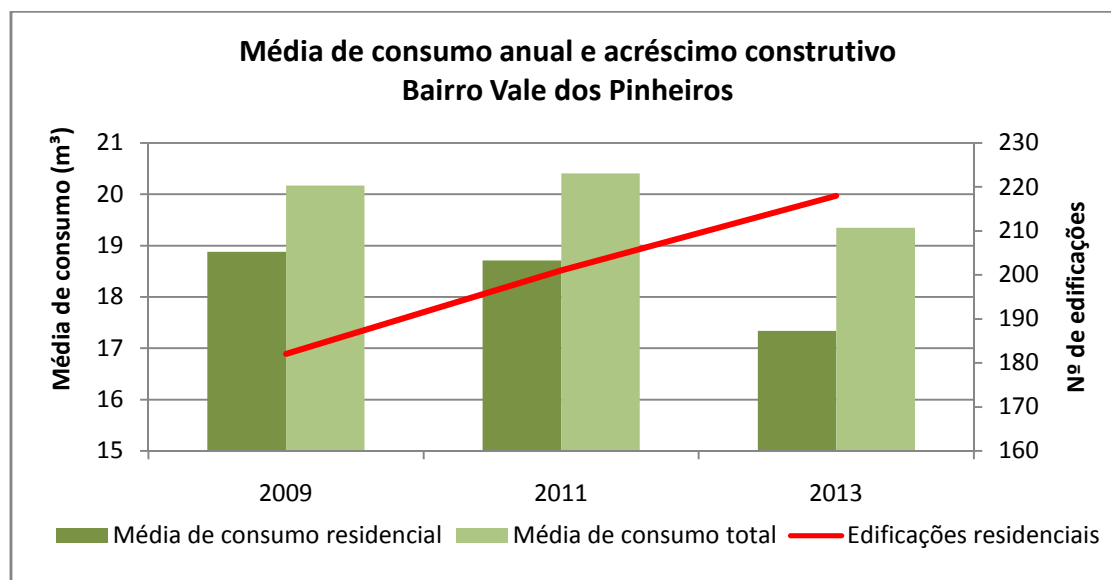


Figura 25 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Bairro Vale dos Pinheiros nos anos de 2009, 2011 e 2013

Tabela 3 - Consumo residencial e total de água no Bairro Vale dos Pinheiros

Anos	Nº de edificações residenciais	Consumo residencial anual (m³)	Média de consumo por residência (m³)	Nº total de edificações	Consumo total anual (m³)	Média de consumo por economia (m³)
2009	182	38.232,0	18,88	188	43.181,0	20,17
2011	201	42.988,0	18,71	208	49.532,0	20,41
2013	218	35.201,0	17,34	225	41.629,0	19,35

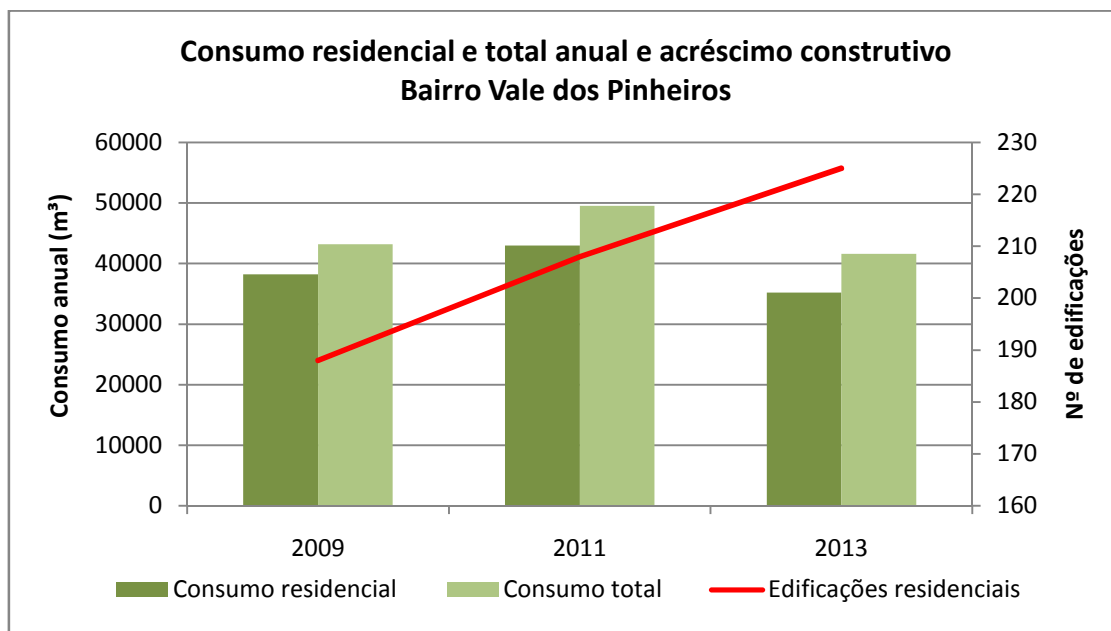


Figura 26 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Bairro Vale dos Pinheiros nos anos de 2009, 2011 e 2013

Considerando as correlações entre o consumo residencial e o número de edificações residenciais chegou-se em um coeficiente de correlação (r) na ordem de -0,35, o que representa uma correlação moderada, e considerando a média de consumo residencial e o número de edificações, o coeficiente foi de -0,89, apresentando forte correlação e negativa, pois a quantidade de edificações aumentou e tanto o consumo total quanto as médias de consumo não seguiram a mesma tendência. Nos comparativos entre o consumo total e o número total de edificações o coeficiente foi de -0,13, o que indica fraca correlação; já entre a média de consumo total e o número total de edificações encontrou-se $r = -0,70$, considerada uma forte correlação negativa. Estes resultados sofrem influência do fato do ano de 2013 ter suas medições efetuadas apenas até o mês de outubro.

Avaliando os dados do Condomínio Moradas da Serra (Tabela 4 e Figuras 27 e 28) percebe-se um crescimento contínuo entre os anos 2009, 2011 e 2013 nas médias de consumo residencial e total de água, acompanhadas do aumento no número de edificações. O consumo total no Condomínio Moradas da Serra cresceu 10,45% no período estudado, ou seja, 2,61% ao ano, e a média de consumo por economia aumentou 18,7% em quatro anos, o que equivale a uma expressiva taxa de 4,6% ao ano.

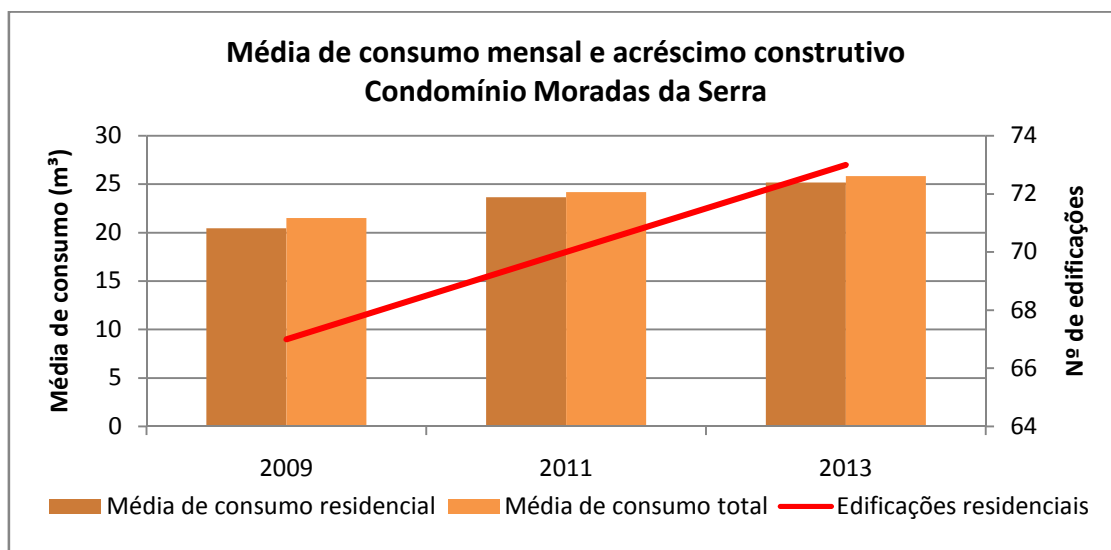


Figura 27 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Condomínio Moradas da Serra nos anos de 2009, 2011 e 2013

Tabela 4 - Consumo residencial e total de água no Condomínio Moradas da Serra

Anos	Nº de edificações residenciais	Consumo residencial anual (m³)	Média de consumo por residência (m³)	Nº total de edificações	Consumo total anual (m³)	Média de consumo por economia (m³)
2009	67	16.105,0	20,45	69	17.374,0	21,49
2011	70	19.711,0	23,67	72	20.717,0	24,17
2013	73	17.986,0	25,17	76	19.154,0	25,83

Analisando as correlações entre consumo residencial e o número de edificações chegou-se em um coeficiente de correlação $r = 0,52$, e entre o consumo total e o acréscimo construtivo o coeficiente foi de 0,46, sendo ambas positivas e consideradas correlações moderadas. Já quando analisou-se as médias de consumo residenciais e o número de edificações, encontrou-se $r =$

0,97, mesmo resultado encontrado quando correlacionou-se as médias de consumo totais e o acréscimo construtivo, podendo-se considerar ambas correlações fortes.

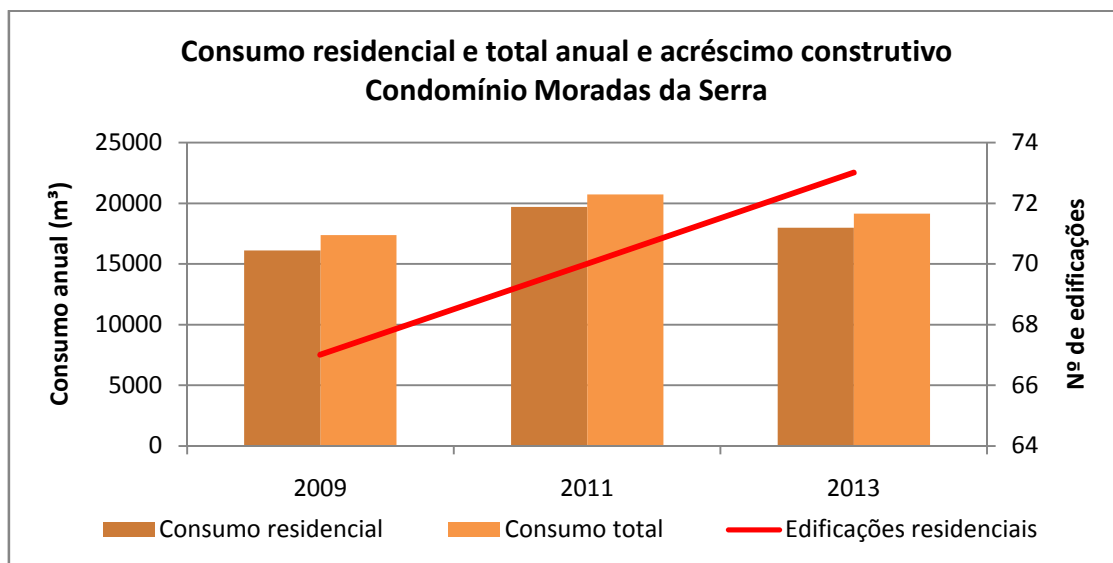


Figura 28 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Condomínio Moradas da Serra nos anos de 2009, 2011 e 2013

Com relação aos dados do Bairro Palmela (Tabela 5 e Figuras 29 e 30), também percebe-se um crescimento contínuo entre os anos 2009, 2011 e 2013 nas médias de consumo residencial e total de água, acompanhadas do aumento no número de edificações. A média de consumo residencial por economia no Bairro Palmela aumentou a uma taxa de 2,14% ao ano.

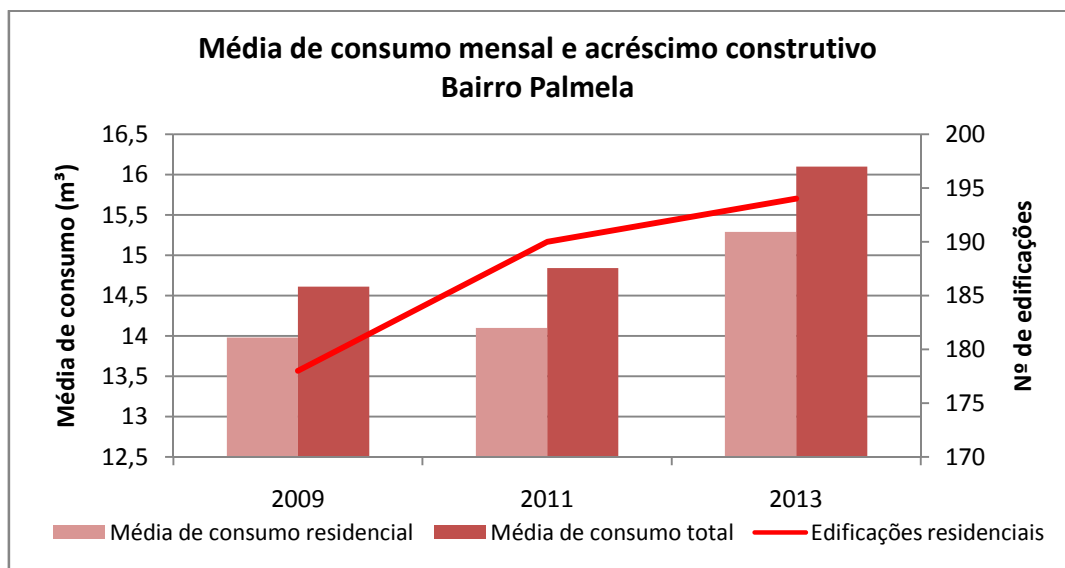


Figura 29 - Gráfico das médias de consumo por unidade e acréscimo construtivo no Bairro Palmela nos anos de 2009, 2011 e 2013

Analisando os coeficientes de correlação, quando compara-se o número de edificações residenciais e o total de consumo residencial, chega-se no coeficiente $r = -0,03$, uma correlação considerada fraca e negativa porque houve acréscimo construtivo mas oscilação no consumo total durante os anos estudados. Relacionando-se o número total de edificações e o consumo total, a correlação também pode ser considerada fraca, obtendo-se $r = 0,01$. Já quando compara-se a média de consumo residencial por economia e o acréscimo construtivo residencial, o coeficiente de correlação chega em 0,75; assim como quando analisa-se a média de consumo total e o número total de edificações, obtendo-se $r = 0,78$; o que faz com que ambas sejam consideradas fortes correlações e positivas, pois tanto houve acréscimo construtivo como aumento nas médias de consumo por economia.

Tabela 5 - Consumo residencial e total de água no Bairro Palmela

Anos	Nº de edificações residenciais	Consumo residencial anual (m³)	Média de consumo por residência (m³)	Nº total de edificações	Consumo total anual (m³)	Média de consumo por economia (m³)
2009	178	29.028,0	13,98	185	31.514,0	14,61
2011	190	31.225,0	14,10	197	34.132,0	14,84
2013	194	28.020,0	15,29	201	30.540,0	16,10

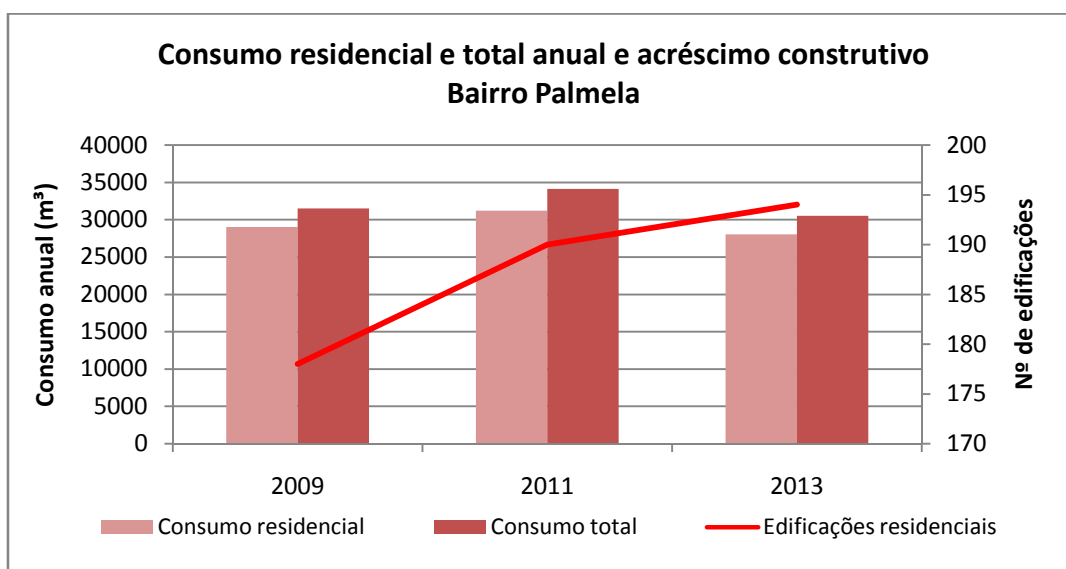


Figura 30 - Gráfico do consumo total anual e acréscimo construtivo no Bairro Palmela nos anos de 2009, 2011 e 2013

Com os dados de consumos totais, obtidos a partir do SAAE, foi possível traçar gráficos que demonstram o comportamento referente ao uso da água nos bairros relativos às estações do ano, sendo possível visualizar a variação de consumos residenciais nos anos estudados, como demonstrado na Figura 31.

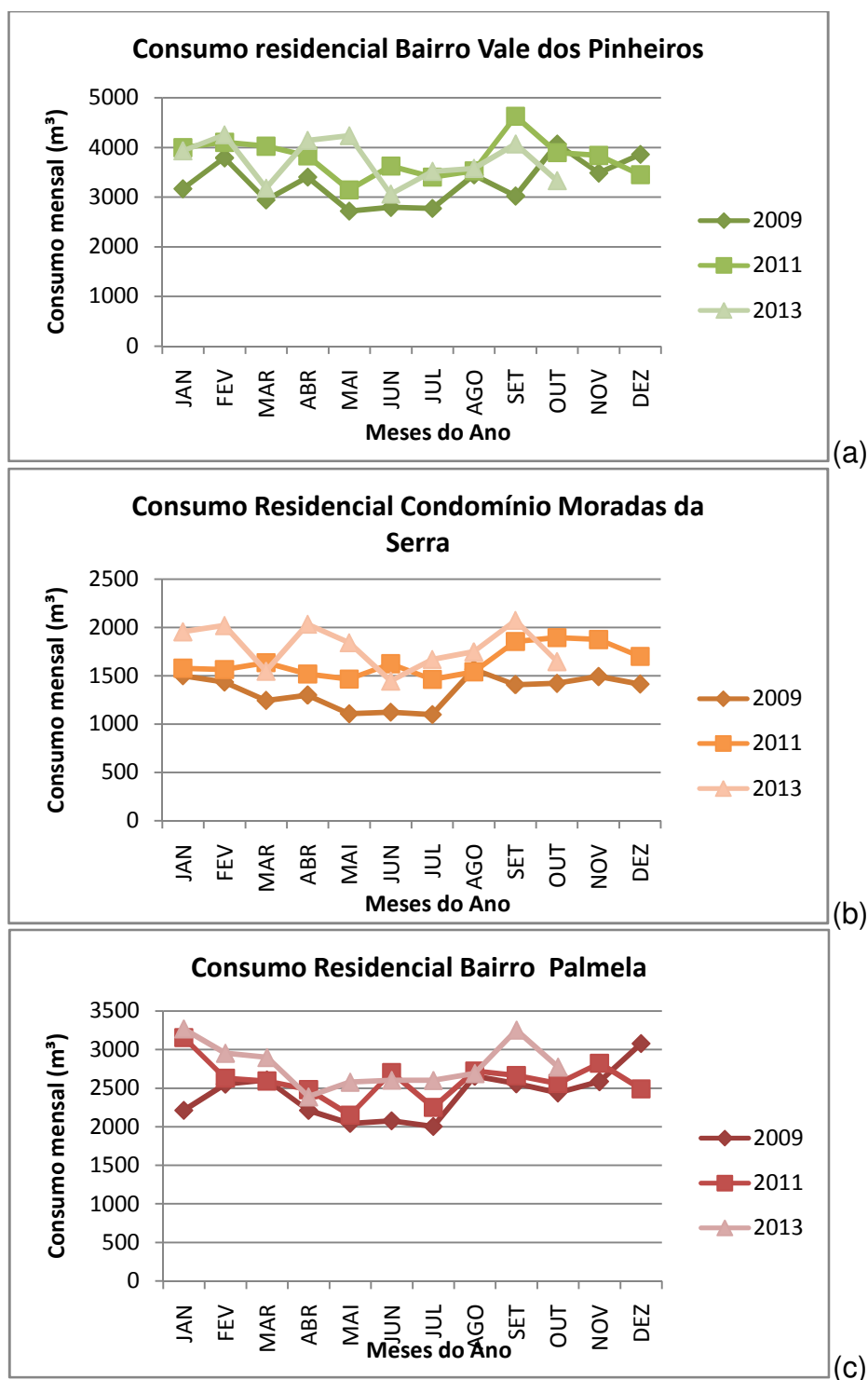


Figura 31 - Gráfico do consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros (a), Condomínio Moradas da Serra (b) e Bairro Palmela (c) nos anos de 2009, 2011 e 2013

A partir dos gráficos expressos na Figura 31 buscou-se refinar os dados associando a variação do uso da água com o período do ano e os indicativos apontados na literatura, tais como temperatura, pluviosidade, número de habitantes residenciais e número de equipamentos de uso da água.

Os gráficos das Figuras 32 e 33 apresentam os consumos residenciais mensais de cada bairro comparados a temperatura média mensal registrada nos meses analisados.

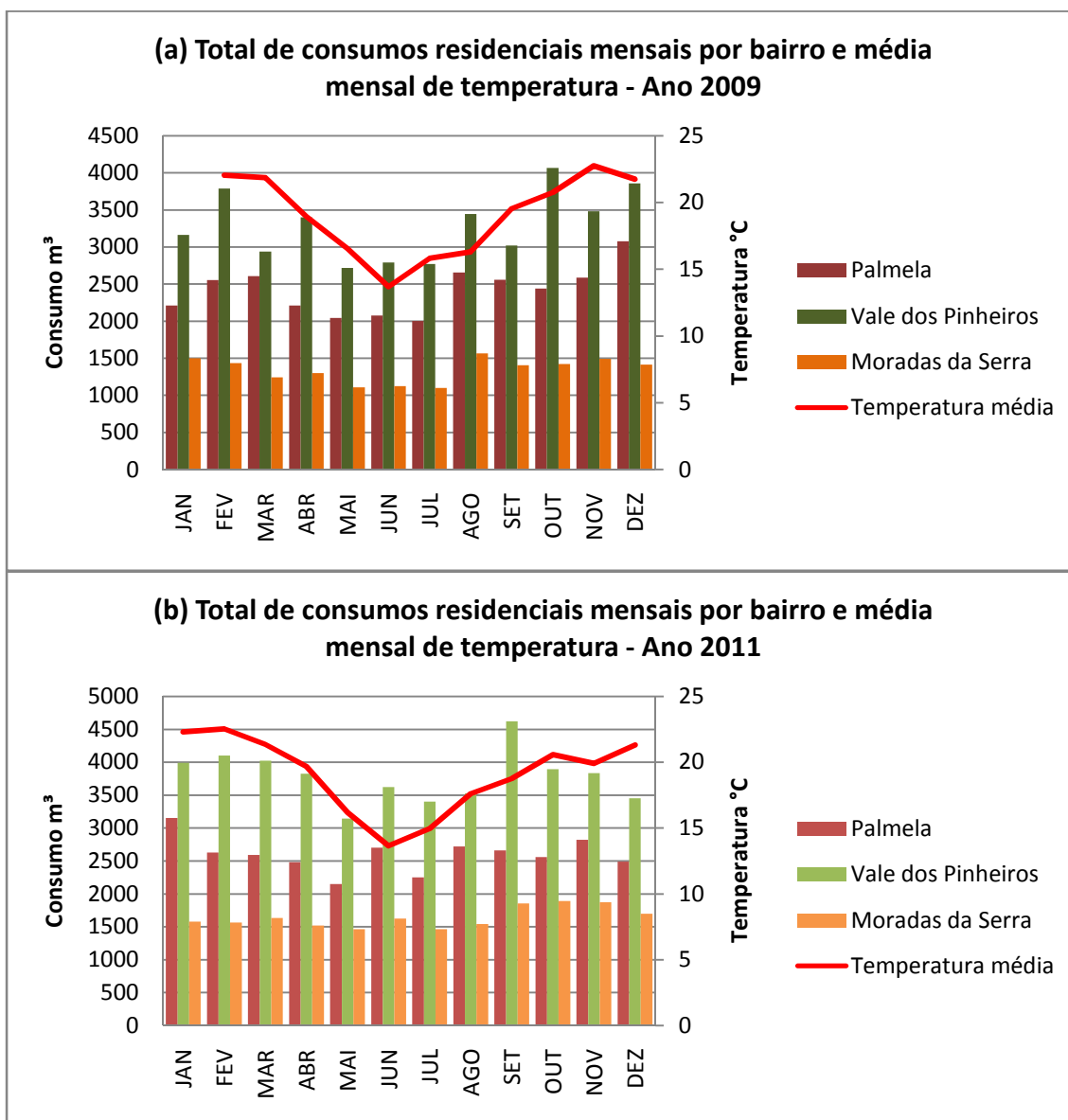


Figura 32 - Gráficos do total de consumos residenciais por bairro e média mensal de temperatura para os anos de 2009 (a) e 2011 (b)

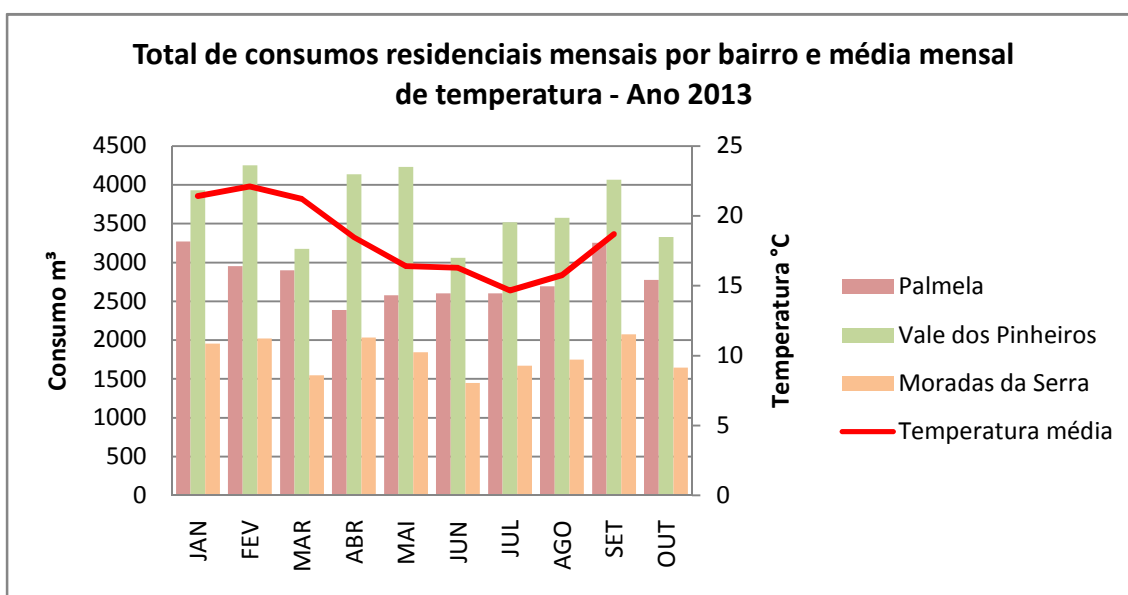


Figura 33 - Gráficos do total de consumos residenciais por bairro e média mensal de temperatura para o ano de 2013

Nesses gráficos percebe-se como se dá o consumo em cada bairro, referente a temperatura observada em cada ano estudado. Sendo a temperatura bastante dependente da pluviosidade, foram também realizados gráficos que buscam auxiliar esta análise, correlacionando os consumos de água e a distribuição da pluviosidade anual (Figuras 34 e 35). Ressalta-se que a área de estudo encontra-se em região de clima temperado, com estações bem definidas alternando períodos de chuva nos meses de verão e estiagem nos meses de inverno.

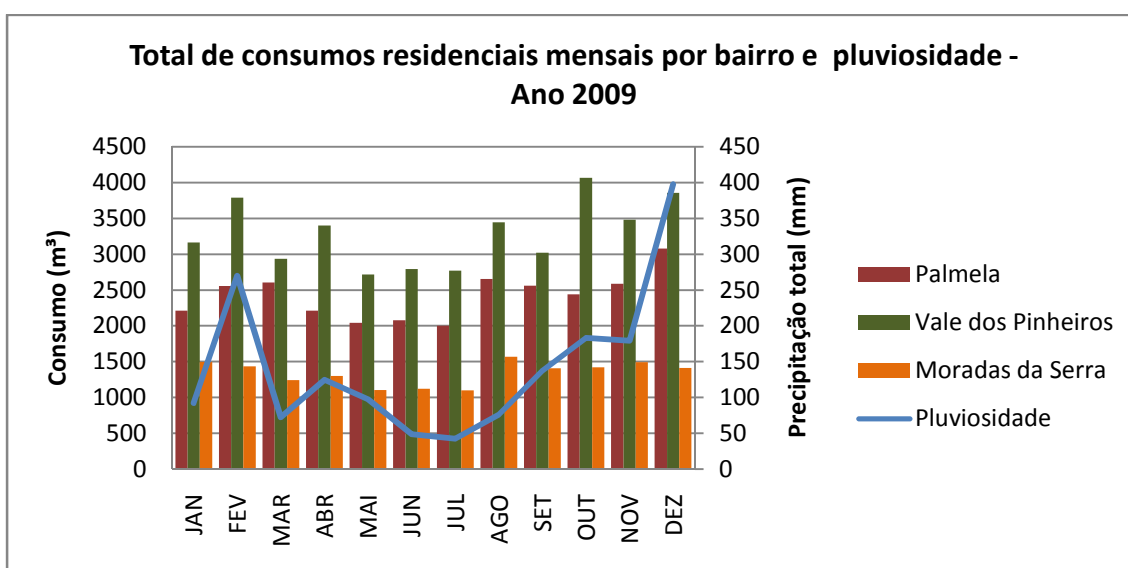


Figura 34 - Gráfico do total de consumos residenciais por bairro e registro de pluviosidade no ano de 2009

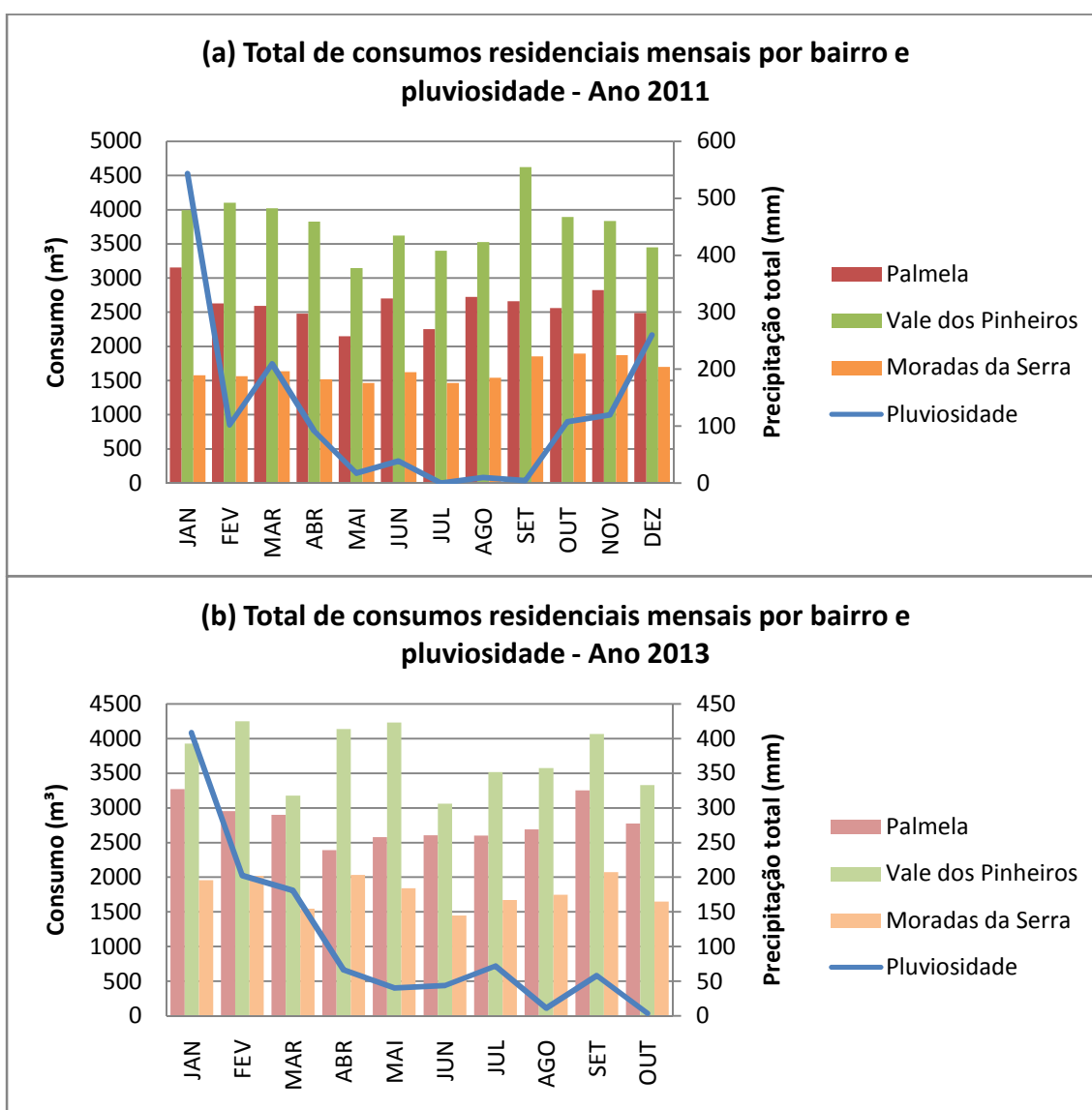


Figura 35 - Gráfico do total de consumos residenciais por bairro e registro de pluviosidade nos anos de 2011 (a) e 2013 (b)

Nos gráficos das Figuras 34 e 35 foi possível analisar o consumo de água de cada bairro e a precipitação média mensal ano a ano, a fim de encontrar correlações específicas, visto que as composições humanas são diferentes em cada setor.

No Bairro Vale dos Pinheiros, ao analisar-se a variação do consumo de água e temperatura expressas na Figura 36, observa-se uma tendência do consumo acompanhar os picos de temperatura nos meses quentes, com altas de consumo em associação negativa à temperatura nos meses de inverno.

Foram analisados os coeficientes de correlação, ano a ano, e os resultados demonstrados na Tabela 6, indicam correlações anuais moderadas

(para os anos de 2009 e 2011) e fraca (para o ano de 2013). Em 2011, durante o período de janeiro a abril foi verificada forte correlação positiva entre as variáveis, e no período de setembro a dezembro encontrou-se forte correlação negativa.

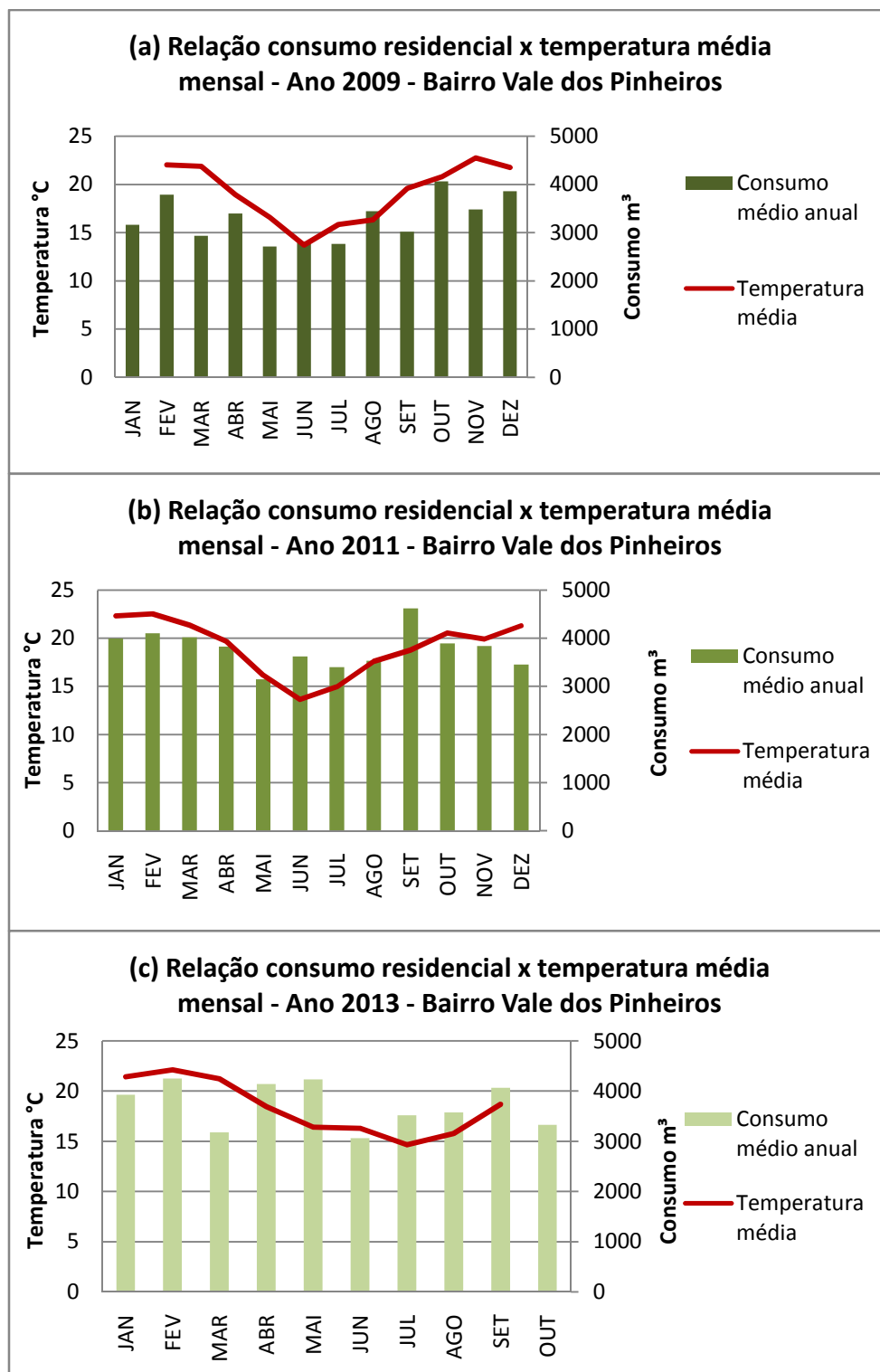


Figura 36 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Bairro Vale dos Pinheiros para os anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)

Tabela 6 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros

Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Temperatura e consumo residencial	anual	$r = 0,63$	$r = 0,49$	$r = 0,27$
	janeiro a abril	$r = -0,00069$	$r = 0,91$	$r = -0,16$
	maio a agosto	$r = 0,28$	$r = -0,31$	$r = 0,18$
	setembro a dezembro	$r = 0,37$	$r = -0,95$	Não encontrado

Ao verificar os dados de pluviosidade e consumo de água ilustradas na Figura 37 e considerando o tipo de habitações neste bairro procurou-se entender as ocorrências de consumo elevado no inverno: trata-se de um bairro com casas ajardinadas, onde 69,5% das residências possui horta ou jardim, 47,8% da população afirma regar o jardim durante o ano todo e 8,70% assegura a rega nos meses de inverno, quando o clima no Sul de Minas apresenta-se com temperatura amena, mas seco. O gráfico da Figura 37 relacionando o uso da água e a pluviosidade, apresenta esta associação, e atentando-se na análise da figura ao ano de 2011, com ocorrência de baixíssimas precipitações no período de julho a setembro, percebe-se um acréscimo considerável no consumo de água, quando comparado aos outros anos em estudo.

No entanto os coeficientes de correlação apresentados na Tabela 7 não confirmam esta associação como forte correlação para todos os anos, apenas em 2009 a correlação precipitação e consumo de água residencial pode ser considerada forte, com $r = 0,75$; nos outros dois anos a correlação é considerada fraca. E quando analisados em separado os meses de menor precipitação as correlações também apresentam-se fraca (positiva para o ano de 2009 e negativa para o ano de 2013) e moderada (positiva para o ano de 2011).

Tabela 7 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Bairro Vale dos Pinheiros

Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Precipitação e consumo residencial	anual	$r = 0,75$	$r = 0,16$	$r = 0,21$
	maio a agosto	$r = 0,17$	$r = 0,36$	$r = -0,10$

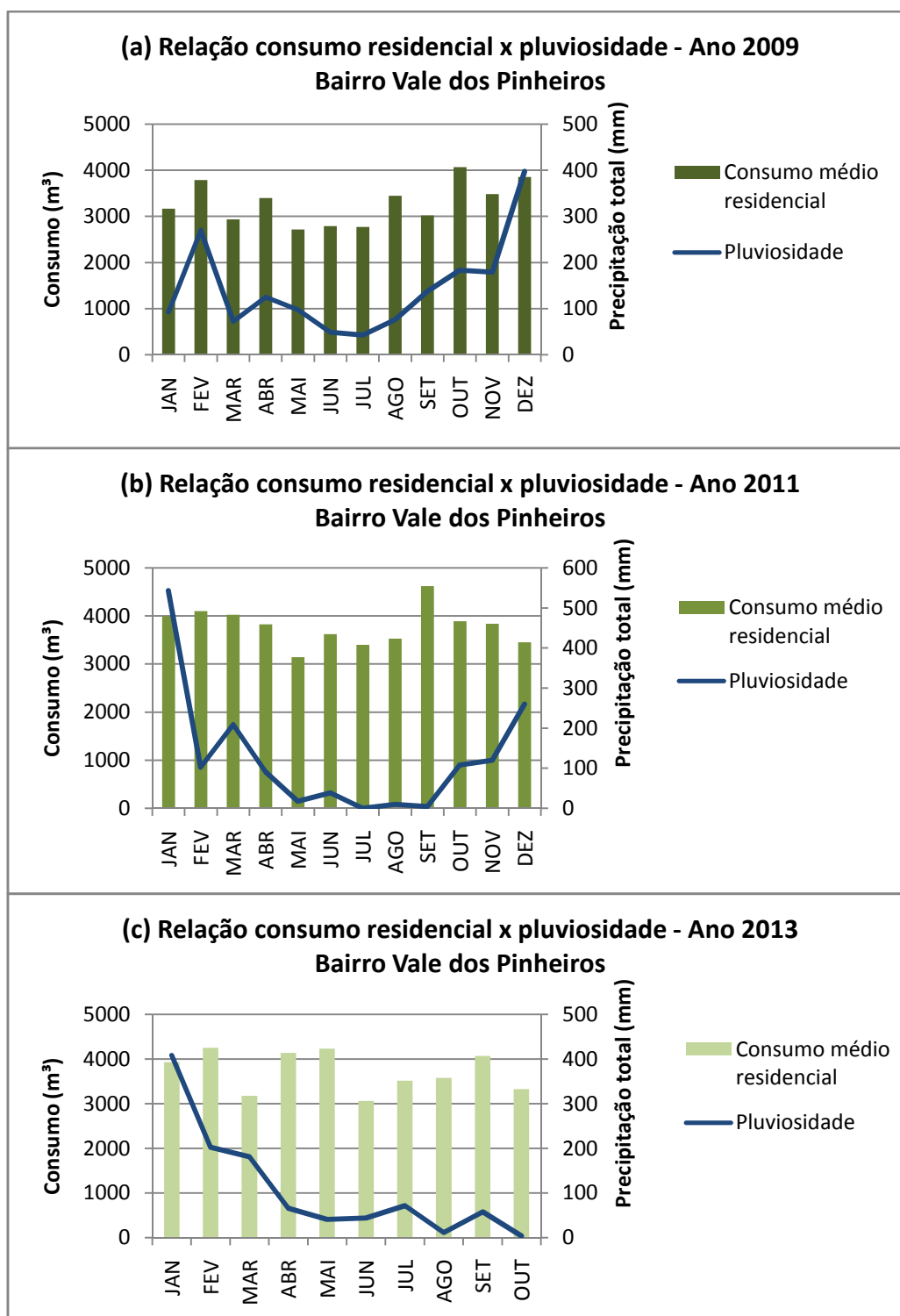


Figura 37 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Vale dos Pinheiros para os anos de 2009, 2011 e 2013

A Figura 38 ilustra a relação entre consumo residencial de água e temperatura no Condomínio Moradas da Serra para os anos pesquisados. De maneira semelhante, observa-se que esta tendência de aumento do consumo de água alinhada à temperatura no verão e de maneira inversa no inverno,

ocorre também no condomínio Moradas da Serra, ao mesmo tempo que registra uma continuidade no consumo de água nos meses de menor pluviosidade (Figura 39).

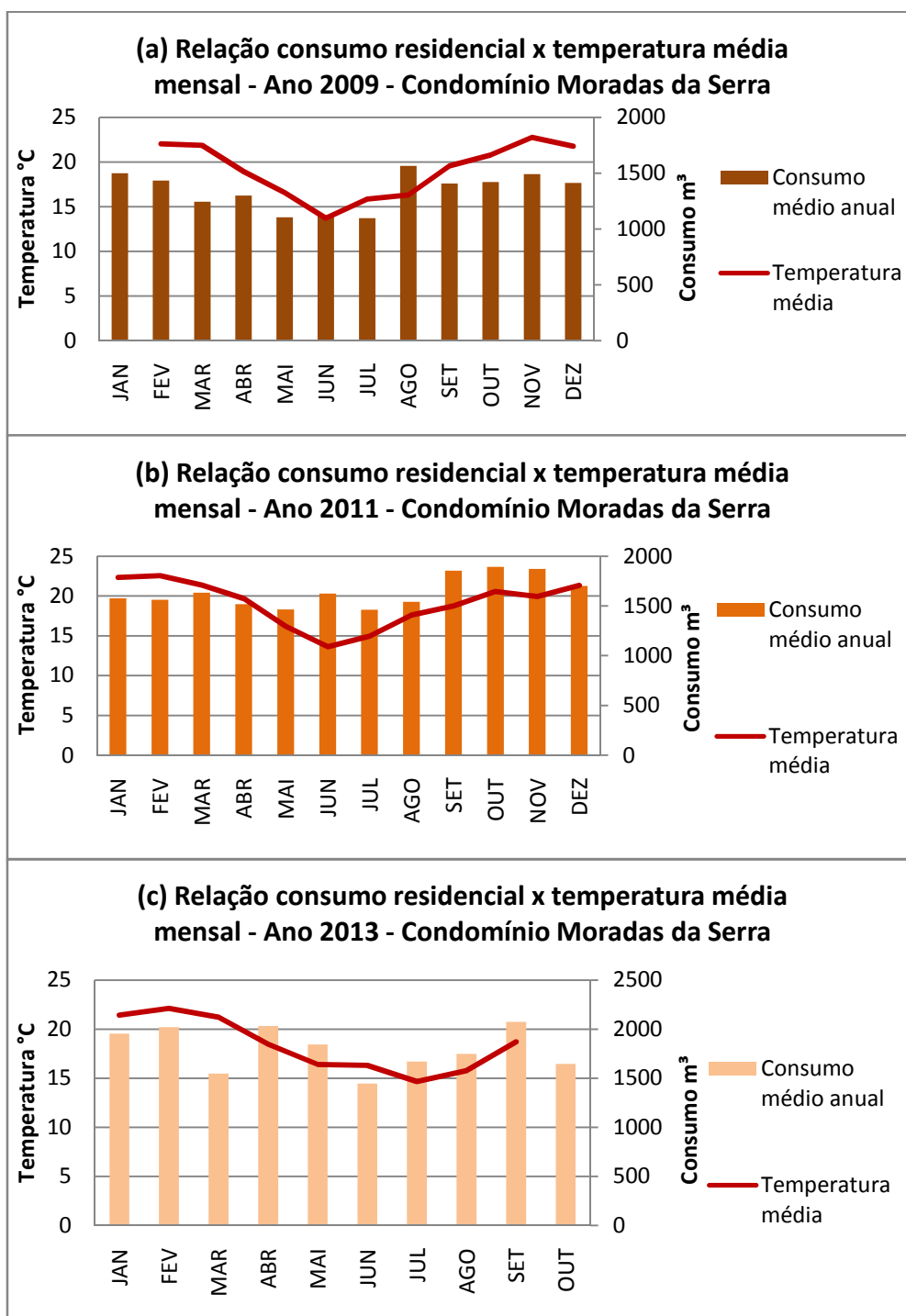


Figura 38 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Condomínio Moradas da Serra para os anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)

A Tabela 8 apresenta os coeficientes de correlação encontrados na análise das variáveis temperatura e consumo residencial. As correlações

anuais das variáveis podem ser consideradas moderadas para os três anos estudados, apontando forte correlação apenas para os meses de setembro a dezembro do ano de 2009 com $r = 0,79$.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Condomínio Moradas da Serra

Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Temperatura e consumo residencial	anual	$r = 0,56$	$r = 0,31$	$r = 0,39$
	janeiro a abril	$r = 0,27$	$r = 0,45$	$r = -0,23$
	maio a agosto	$r = 0,32$	$r = -0,40$	$r = -0,02$
	setembro a dezembro	$r = 0,79$	$r = -0,58$	Não encontrado

Ora, no condomínio Moradas da Serra 87,5% das residências possuem horta ou jardim, e 25% dos entrevistados afirmaram regá-lo durante o ano todo, enquanto 50% regam apenas no inverno. Talvez por isso, no Condomínio Moradas da Serra, no período de menor pluviosidade no ano de 2011, percebem-se picos no consumo de água.

No entanto, no Condomínio a tendência de crescimento no consumo de água, diferente do Bairro Vale dos Pinheiros, segue aumentando até o ano de 2013, podendo-se perceber um acréscimo expressivo na média de água consumida por economia residencial durante o período estudado, atingindo 18,7% de acréscimo em quatro anos.

Os coeficientes de correlação encontrados quando analisa-se as variáveis precipitação e consumo residencial podem ser visualizados na Tabela 9. Os resultados anuais apontam correlações moderadas para todos os anos estudados, e na análise da época mais seca, ou seja, maio a agosto, encontrou-se para os anos de 2011 a 2013 fortes correlações, na ordem de 0,80.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Condomínio Moradas da Serra

Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Precipitação e consumo residencial	anual	$r = 0,42$	$r = 0,37$	$r = 0,28$
	maio a agosto	$r = 0,25$	$r = 0,80$	$r = 0,80$

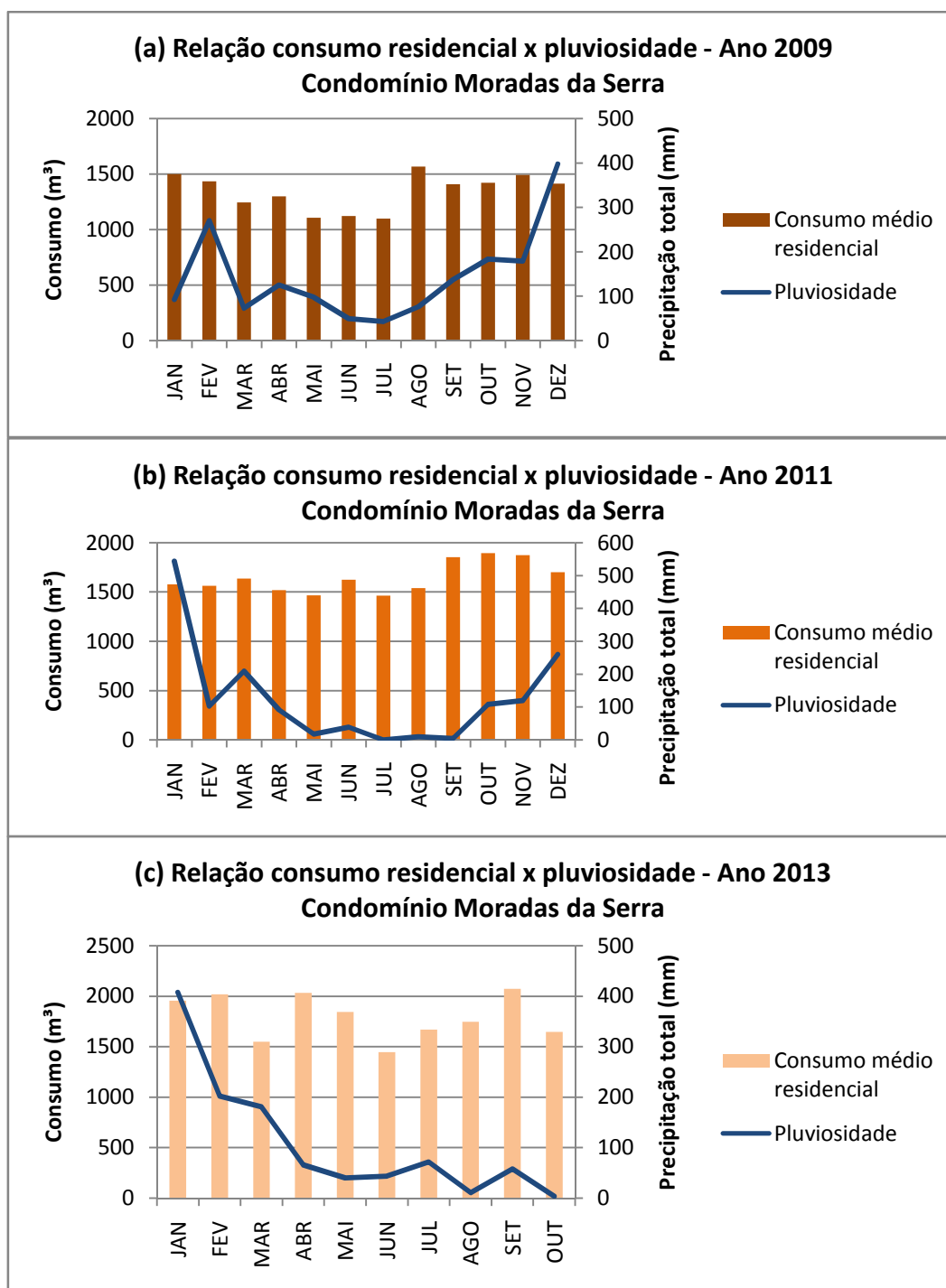


Figura 39 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Condomínio Moradas da Serra para os anos de 2009, 2011 e 2013

No Bairro Palmela 69,5% das residências possuem horta ou jardim, e durante as entrevistas verificou-se que 47,8% costuma regá-lo o ano inteiro, enquanto apenas 8,7% rega no período do inverno. As Figuras 40, 41 e 42 apresentam as relações entre o consumo residencial e temperatura, e consumo residencial e pluviosidade, respectivamente para este bairro.

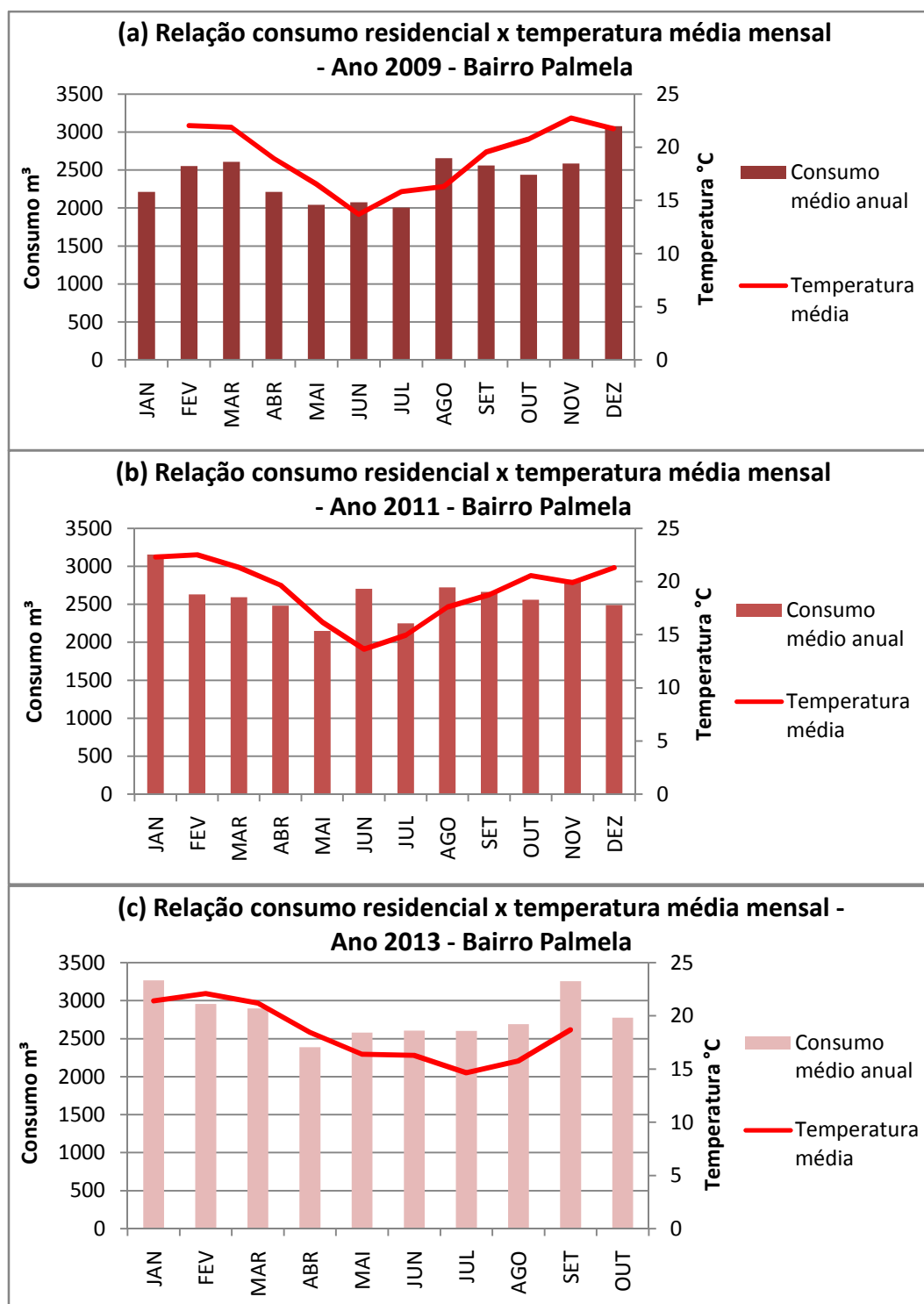


Figura 40 - Gráficos do consumo residencial e temperatura média mensal no Bairro Palmela para os anos de 2009, 2011 e 2013

Observando-se os gráficos das Figura 40, 41 e 42 percebe-se que neste bairro existe uma associação entre aumento do consumo correlato à temperatura no verão e associado às baixas pluviosidades no período do inverno. Tal hipótese é corroborada por alguns coeficientes de correlação apresentados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Coeficientes de correlação para variáveis temperatura e consumo residencial no Bairro Palmela

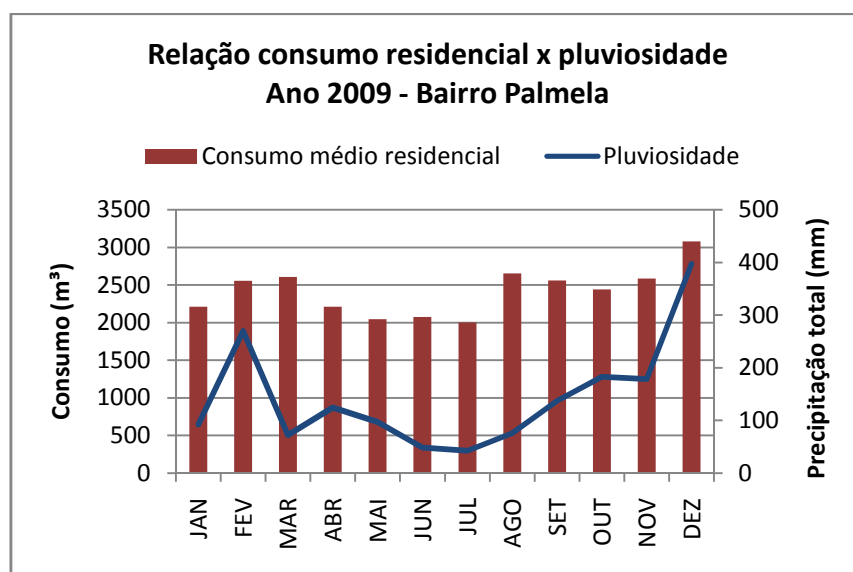
Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Temperatura e consumo residencial	anual	$r = 0,69$	$r = 0,44$	$r = 0,62$
	janeiro a abril	$r = 0,98$	$r = 0,60$	$r = 0,85$
	maio a agosto	$r = 0,30$	$r = 0,002383$	$r = -0,12$
	setembro a dezembro	$r = 0,33$	$r = -0,60$	Não encontrado

Os resultados apontam correlações positivas moderadas nas análises anuais das variáveis temperatura e consumo residencial. No entanto, ao observar-se o período de janeiro a abril a correlação positiva apresenta-se forte nos anos de 2009 ($r = 0,98$) e 2013 ($r = 0,85$).

Com relação às variáveis precipitação e consumo residencial (Tabela 11), há associação positiva, apresentando para o ano de 2009 forte correlação ($r = 0,74$) e moderada para os anos de 2011 e 2013. Analisando-se o período com menor índice pluviométrico, de maio a agosto, apenas em 2013 é apontada forte correlação negativa, com r na ordem de $-0,73$.

Tabela 11 - Coeficientes de correlação para variáveis precipitação e consumo residencial no Bairro Palmela

Variáveis	Período	Ano 2009	Ano 2011	Ano 2013
Precipitação e consumo residencial	anual	$r = 0,74$	$r = 0,63$	$r = 0,62$
	maio a agosto	$r = 0,26$	$r = 0,45$	$r = -0,73$

**Figura 41** - Gráfico do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Palmela para o ano de 2009

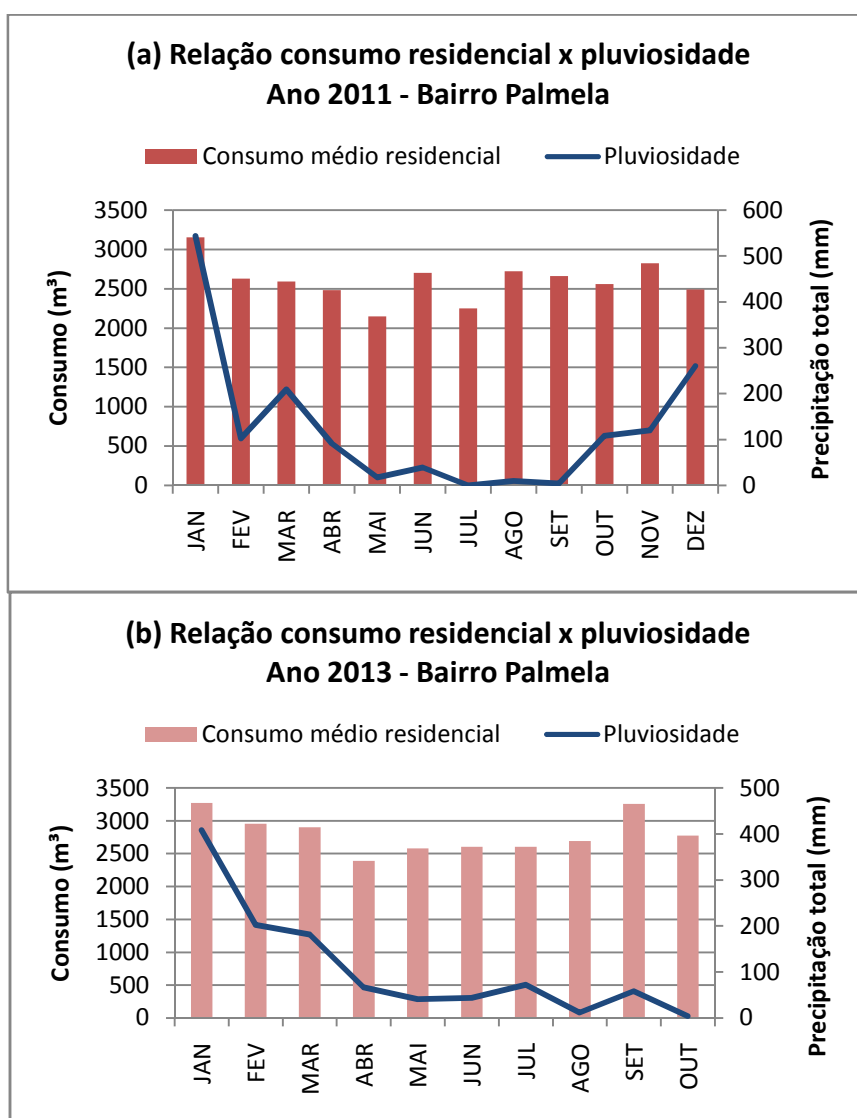


Figura 42 - Gráficos do consumo residencial e pluviosidade no Bairro Palmela para os anos de 2011 e 2013

Com relação aos hábitos dos moradores, mas ainda tratando da relação consumo x pluviosidade, foi possível verificar através da aplicação dos questionários, a frequência em que os moradores usualmente regam a horta ou jardim (Figura 43).

Observou-se que o bairro Palmela apresenta uma porcentagem considerável de moradores (43,48%) que economizam no consumo de água afirmando não regar nunca a horta ou jardim, mas ao mesmo tempo, é o bairro onde mais habitantes (17,39%) utilizam água até quatro vezes na semana para tal atividade, visto que muitos possuem horta e esta necessita de regas quase diárias. Já no condomínio Moradas da Serra, 58,70% dos moradores

costumam regar o jardim ou horta uma ou duas vezes na semana e 12,5% rega a cada quinze dias, contabilizando 25% dos habitantes que não apresentam este hábito. No bairro Vale dos Pinheiros a maioria dos moradores (62,96 %) afirma uma frequência de rega regular entre uma e duas vezes na semana, com pequena porcentagem (11,11%) afirmando regar entre três e quatro vezes na semana e 25,93% não utilizando nunca esta prática.

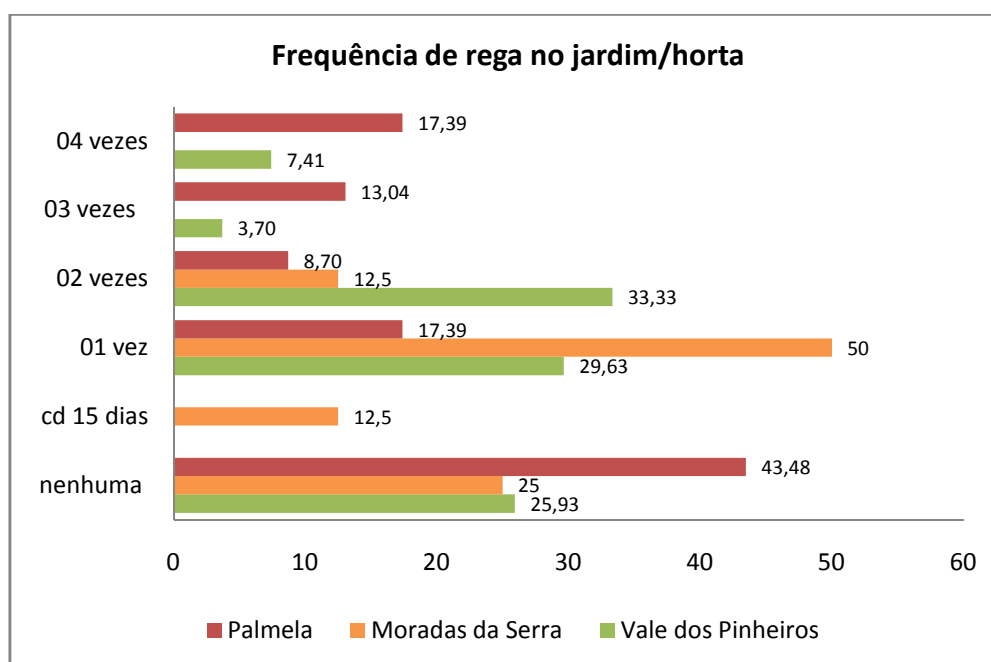


Figura 43 - Gráfico da frequência de rega no jardim/horta nos bairros Palmela, Vale dos Pinheiros e condomínio Moradas da Serra

Buscou-se também, a partir dos dados gerados pelos questionários, associações entre o consumo residencial de água e os valores das contas de água e eletricidade expressos pelos moradores. Os resultados desta pesquisa encontram-se nas Figuras 44, 45 e 46 e na Tabela 12.

Tabela 12 - Coeficientes de correlação para as variáveis conta de água e conta de energia, conta de água e consumo medido nos bairros estudados para o ano de 2013

Variáveis	Bairro Vale dos Pinheiros	Condomínio Moradas da Serra	Bairro Palmela
conta de água e conta de energia	$r = 0,63$	$r = 0,85$	$r = 0,74$
conta de água e consumo	$r = 0,38$	$r = 0,37$	$r = 0,90$

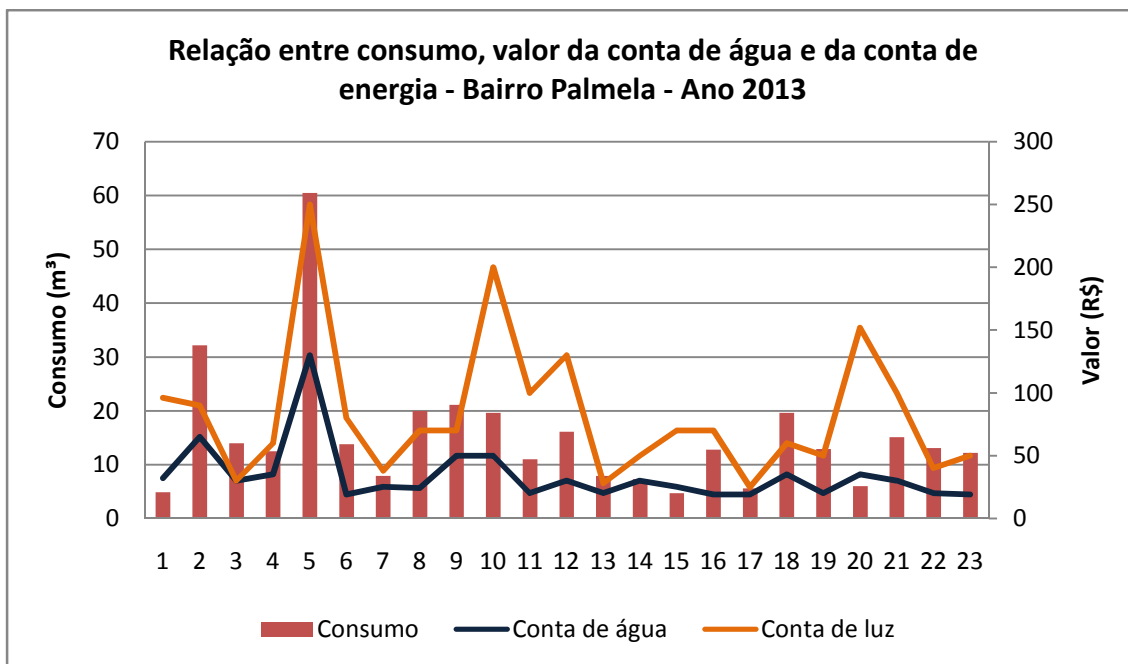


Figura 44 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e energia no Bairro Palmela - Ano de 2013

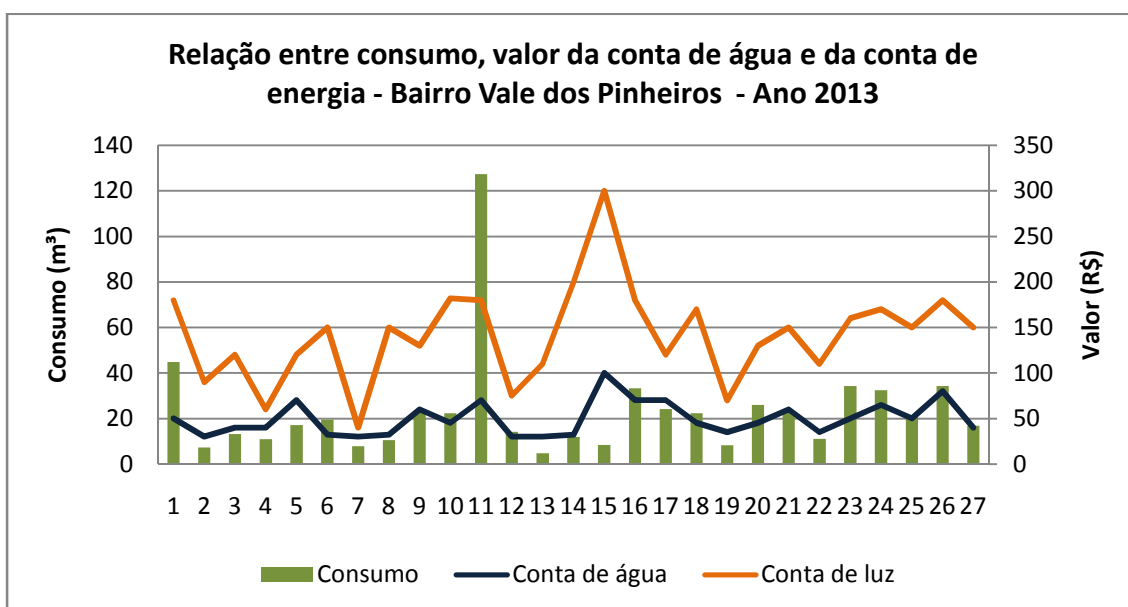


Figura 45 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e luz no Bairro Vale dos Pinheiros - Ano de 2013

Como já era esperado, verificou-se uma forte correlação positiva no Condomínio Moradas da Serra ($r = 0,85$) e no Bairro Palmela ($r = 0,74$) entre os valores expressos nas contas de água e luz, pois a literatura indica que existe uma associação entre ambas. No entanto, no bairro Vale dos Pinheiros a correlação para as mesmas variáveis apresentou-se positiva moderada, com r na ordem de 0,63. Com relação às variáveis consumo medido e conta de água,

a correlação foi positiva moderada para o Bairro Vale dos Pinheiros (0,38) e Condomínio Moradas da Serra (0,37), e forte positiva com coeficiente na ordem de 0,90 para o Bairro Palmela. Tal fato pode ser explicado pela pouca ou muita importância dada pelos moradores ao ato das entrevistas, podendo-se perceber que nos dois primeiros bairros os valores que os moradores divulgam não condizem com os consumos residenciais medidos.

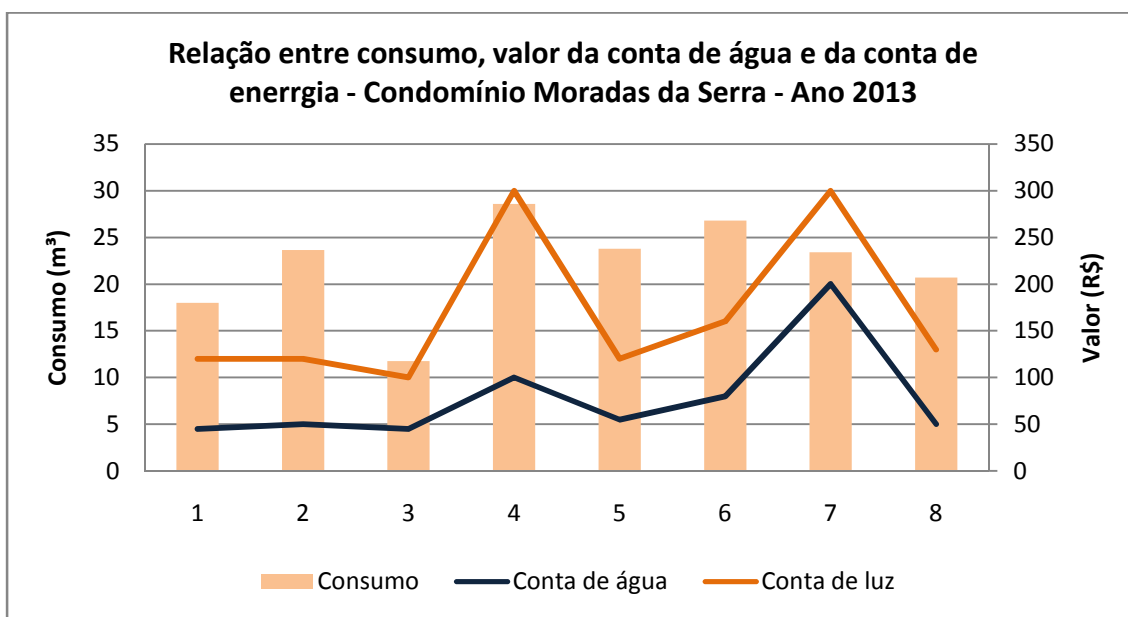


Figura 46 - Gráfico do volume de água consumido e valores das contas de água e energia no Condomínio Moradas da Serra - Ano de 2013

A partir da análise dos questionários buscou-se identificar hábitos e equipamentos que condicionam o uso da água nos bairros estudados. Como exemplo, com a aplicação dos questionários levantou-se a quantidade de banheiros identificados por residência entrevistada, expressos na Figura 47.

Observa-se que no bairro Palmela a maioria das residências (52,17%) apresenta de um banheiro a dois (43,38%) banheiros, enquanto no bairro Vale dos Pinheiros e no condomínio Moradas da Serra encontram-se residências com até sete ou oito sanitários, chegando a contabilizar 25% das habitações do condomínio Moradas da Serra e 7,41% do Bairro Vale dos Pinheiros nestas condições.

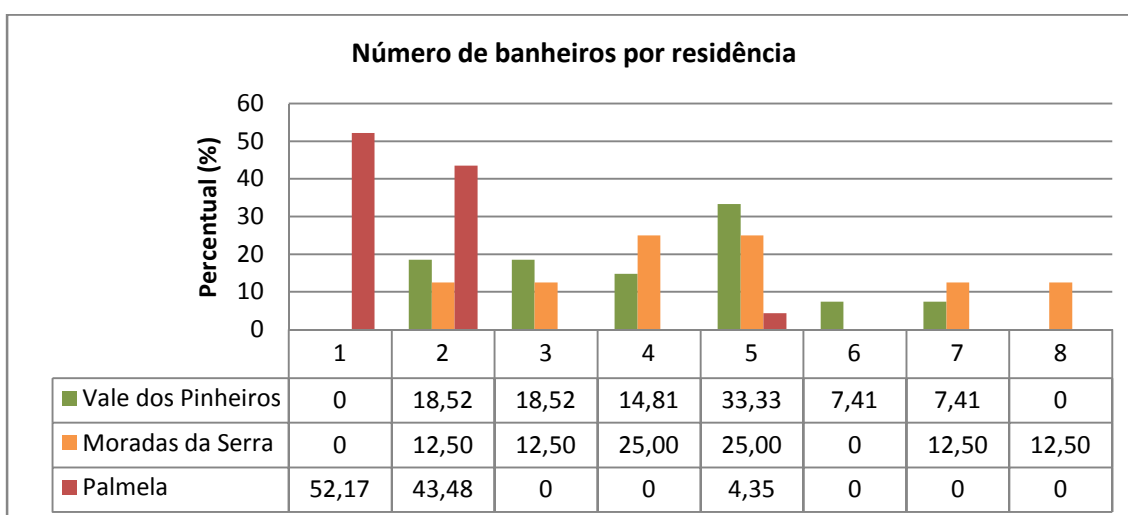


Figura 47 - Gráfico do número de banheiros por residência por bairro

Além dos banheiros, levantou-se também os equipamentos presentes nas residências que condicionam o uso da água, tais como banheira, máquinas de lavar roupas e louças, piscinas e torneiras de jardim. Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 48, 49 e 50.

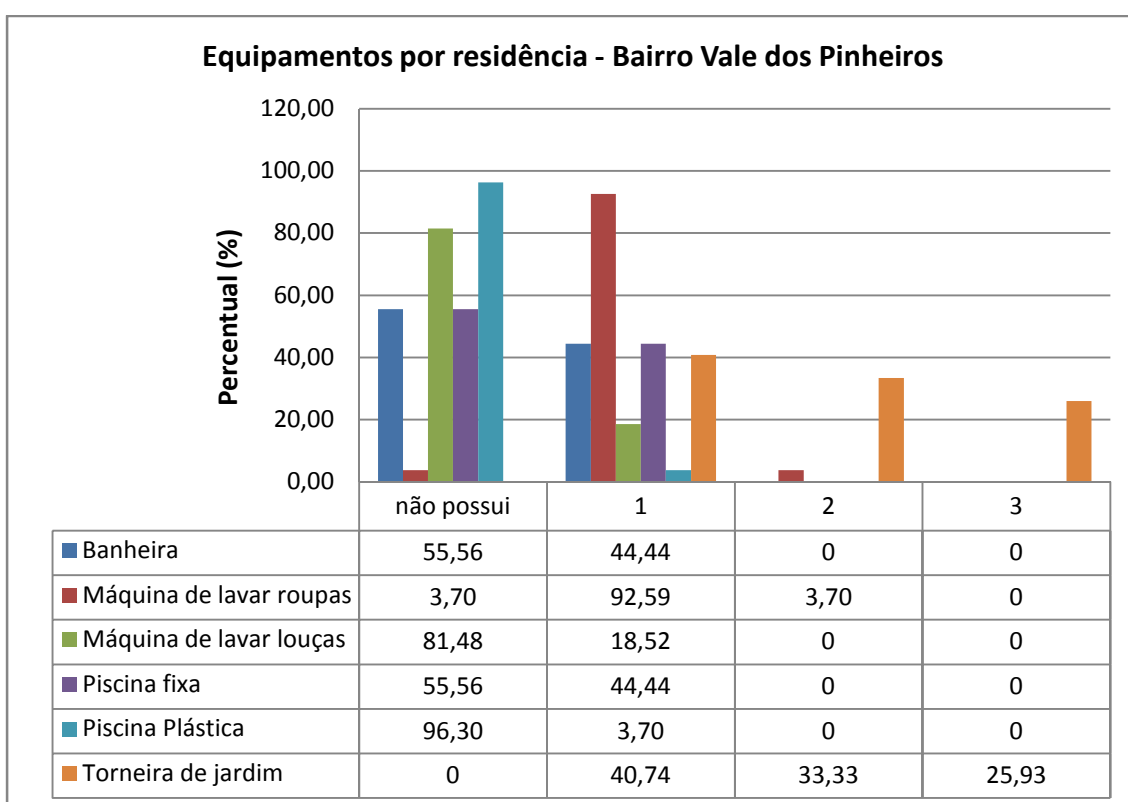


Figura 48 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no Bairro Vale dos Pinheiros

Conforme o esperado, no bairro Vale dos Pinheiros e no condomínio Moradas da Serra, onde os moradores apresentam melhores condições econômicas, há uma abundância de equipamentos de uso da água nas residências. Destacam-se as banheiras (44,44% no bairro Vale dos Pinheiros e 62,5% no condomínio Moradas da Serra) e piscinas (44,44% no bairro Vale dos Pinheiros e 25% no condomínio Moradas da Serra), equipamentos que apresentam consumo significativo de água.

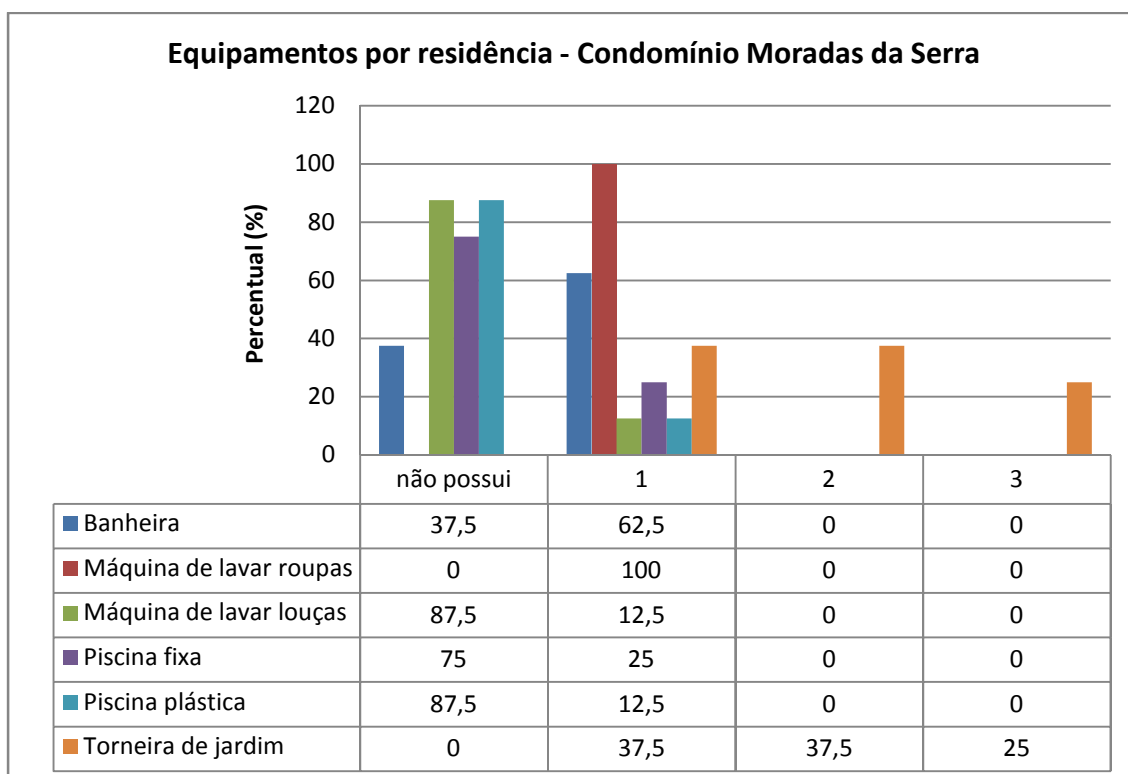


Figura 49 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no condomínio Moradas da Serra

Já no bairro Palmela, cuja situação financeira dos moradores é inferior aos anteriores, os equipamentos de uso da água mais comuns nas residências são as máquinas de lavar roupas e as torneiras de jardim, com pouquíssimas ocorrências de piscinas e máquinas de lavar louças e nenhum registro de banheira.

As máquinas de lavar roupas são os equipamentos mais frequentes em todos os bairros, existindo em 96,29% das residências do bairro Vale dos Pinheiros, 100% das residências do condomínio Moradas da Serra e 82,61% das habitações do bairro Palmela.

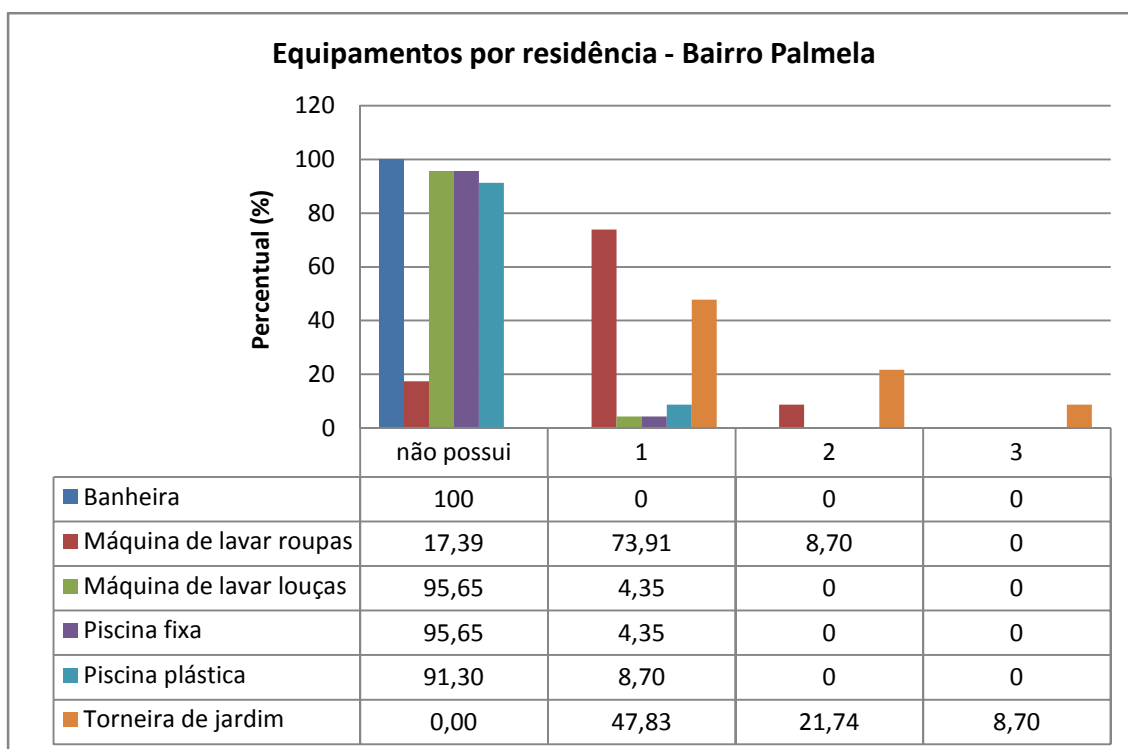


Figura 50 - Gráfico do número de equipamentos utilizadores de água por residência no Bairro Palmela

Através da pesquisa procurou-se então encontrar relações entre o consumo de água medido, o número de equipamentos de uso da água e o número de moradores por residência, como pode-se visualizar nas Figuras 51, 52 e 53 e na Tabela 13.

Tabela 13 - Coeficientes de correlação entre variáveis nos bairros estudados

Variáveis	Bairro Vale dos Pinheiros	Condomínio Moradas da Serra	Bairro Palmela
consumo e equipamentos	$r = 0,52$	$r = 0,04$	$r = 0,51$
consumo e número de pessoas	$r = 0,33$	$r = 0,65$	$r = 0,51$
consumo e tamanho do lote	$r = 0,77$	$r = -0,42$	$r = -0,19$

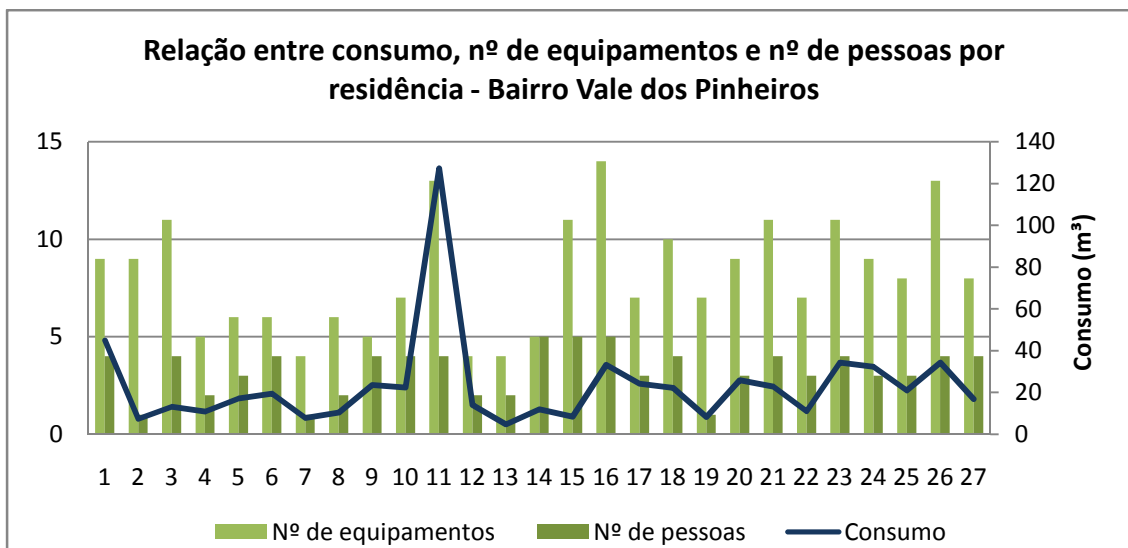


Figura 51 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Bairro Vale dos Pinheiros

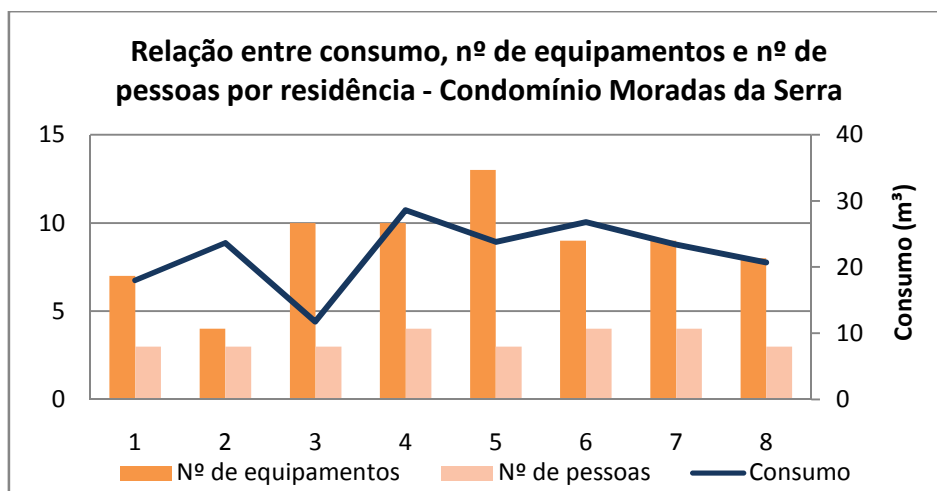


Figura 52 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Condomínio Moradas da Serra

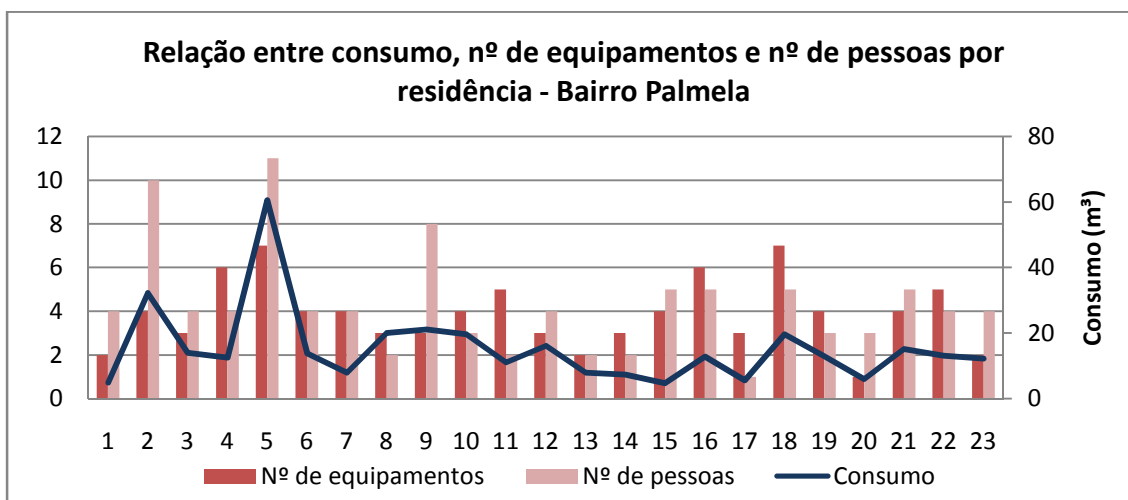


Figura 53 - Gráfico do número de equipamentos, número de pessoas e volume de água consumido por residência no Bairro Palmela

Como resultado pode-se dizer que a associação entre o número de equipamentos e o consumo medido é maior no bairro Vale dos Pinheiros ($r = 0,52$) e no bairro Palmela ($r = 0,51$), encontrando-se coeficientes de correlação moderados para ambos; já no condomínio Moradas da Serra que apresenta pequena variação no número de pessoas por residência e grande oferta de equipamentos para uso da água, a correlação número de equipamentos e consumo medido apresentou-se fraca, na ordem de 0,04.

Analisando-se as variáveis consumo medido e número de pessoas por residência chegou-se a coeficientes positivos moderados para os três bairros, como pode-se visualizar na Tabela 13. No Bairro Vale dos Pinheiros chama a atenção a forte correlação positiva entre consumo medido e tamanho do lote (0,77), assim como no Bairro Palmela a fraca correlação negativa entre as mesmas variáveis.

Ainda considerando os hábitos de uso da água, pesquisou-se a frequência em que os moradores costumam lavar roupas nos bairros, demonstrados na Figura 54. O Bairro Vale dos Pinheiros apresentou maior variação, com 15% dos moradores afirmando lavar as roupas uma vez na semana, 41% duas vezes, 22% três vezes, 11% quatro vezes e 11% todos os dias da semana. O condomínio Moradas da Serra e o bairro Palmela apresentaram menores variações, no entanto, em ambos os bairros a ocorrência de lavagem de roupas todos os dias foi maior: 25% no condomínio Moradas da Serra e 26% no bairro Palmela. Esta frequência foi relatada por moradores de famílias com crianças e por moradores idosos que moram sozinhos, e não necessariamente está associada a um maior consumo de água nas residências.

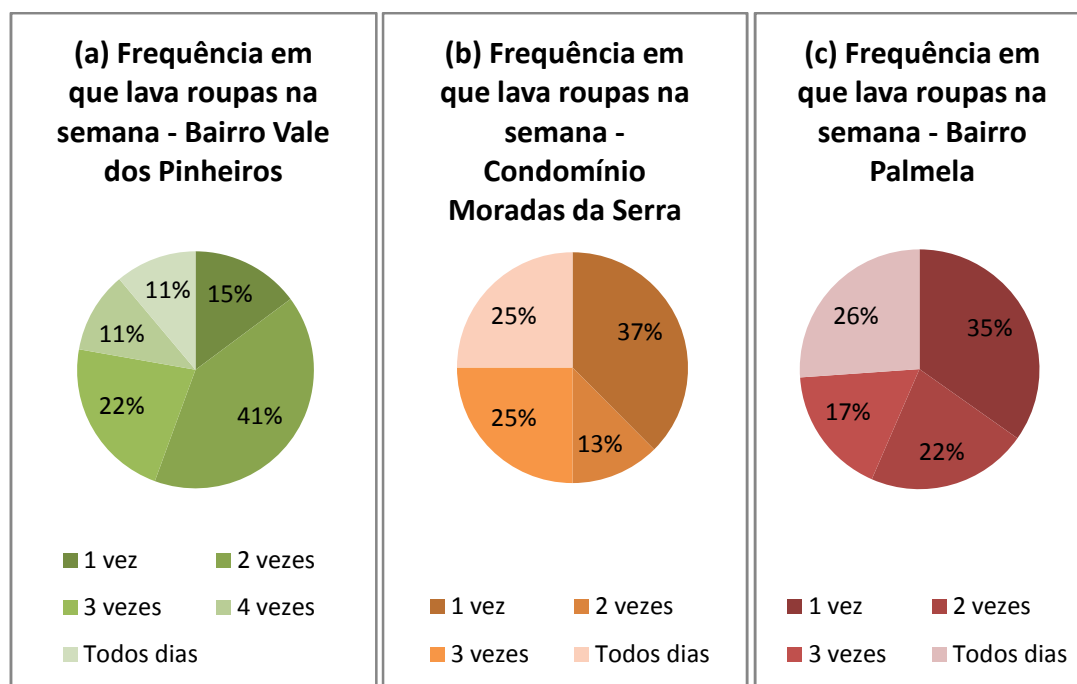


Figura 54 - Gráfico da frequência em que os usuários lavam roupas na semana nos Bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra

O período da pesquisa abarcou os anos de 2009, 2011 e 2013, para ser possível avaliar o crescimento construtivo nos bairros com o passar dos anos. Desta forma, o acréscimo residencial foi demonstrado na Figura 55.

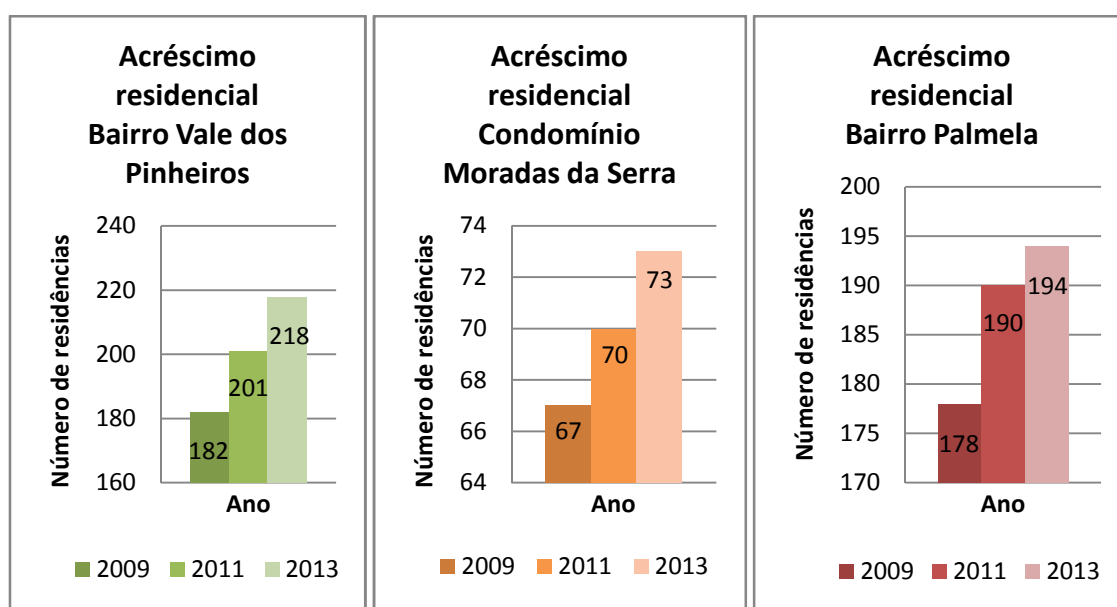


Figura 55 - Gráfico do crescimento residencial nos Bairros Palmela, Vale dos Pinheiros e Condomínio Moradas da Serra

O Bairro Palmela apresentou taxa de crescimento de 2,06% ao ano, com acréscimo de 8,24% nas construções entre os anos de 2009 e 2013. O

Condomínio Moradas da Serra apresentou taxa de crescimento anual de 2,05% ao ano, com acréscimo de 8,20% nas construções entre os anos estudados. Já o Bairro Vale dos Pinheiros demonstrou uma taxa de crescimento bem maior, de 4,12% ao ano, com acréscimo de 16,5% nas construções entre os anos de 2009 e 2013. O crescimento de todos os bairros foi maior que a taxa de crescimento prevista para o município que é de 1,21% ao ano.

Nos bairros Vale dos Pinheiros e no Condomínio Moradas da Serra já se pode visualizar um certo aumento na densificação, a partir do momento em que lotes destinados a residências unifamiliares passam a abrigar edifícios multifamiliares.

5.2 Consumo da Rede Hoteleira

A partir do levantamento de campo no Bairro Vale dos Pinheiros verificou-se a existência significativa de uma rede hoteleira (Figura 56), como extensão da principal atividade econômica do município de São Lourenço.



Figura 56 - Placa indicativa da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros

Foram identificados no bairro dois hotéis e quatro pousadas (Figura 57) com consumos anuais totais de 4.932 m³ de água para o ano de 2009, 6.494 m³ para o ano de 2011 e 6.404 m³ até outubro de 2013. Destaca-se que todos os hotéis pesquisados apresentavam o equipamento piscina.



Figura 57 - Pousadas localizadas no Bairro Vale dos Pinheiros: (a) Pousada do Ipê e (b) Pousada Varandas do Vale

Com relação ao consumo de água, a partir dos dados fornecidos pelo SAAE, foi possível levantar os consumos totais anuais da rede hoteleira no Bairro Vale dos Pinheiros, representados na Figura 58. Pode-se observar que, com exceção dos meses de fevereiro e março, todos os consumos da rede hoteleira apresentaram tendência de aumento no consumo de água com o passar dos anos.

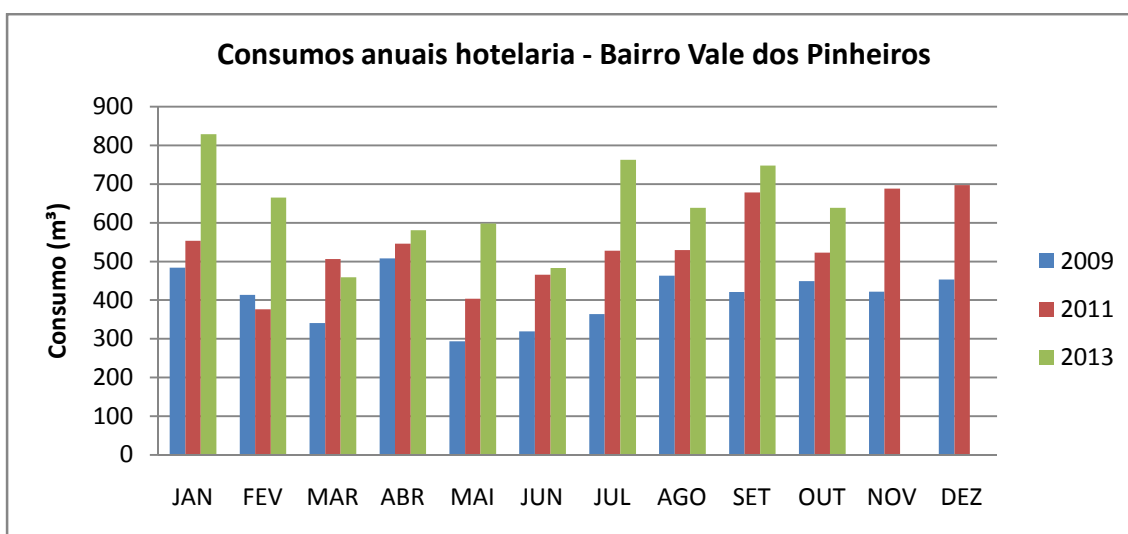


Figura 58 - Gráfico dos consumos anuais de hotelaria no Bairro Vale dos Pinheiros

Fundamentado no levantamento do número de leitos que cada hotel/pousada oferece, foi possível relacionar o consumo total anual de cada estabelecimento com o número de leitos durante os anos pesquisados, sendo esses apresentados na Figura 59. Desta maneira, não encontrou-se relação entre o número de leitos e o consumo total, visto que num comparativo entre as pousadas com quantidade de leitos semelhantes, os consumos comportaram-se de maneira diversa, e entre os hotéis que apresentam pouca diferença na quantidade de leitos os consumos demonstraram grandes alterações.

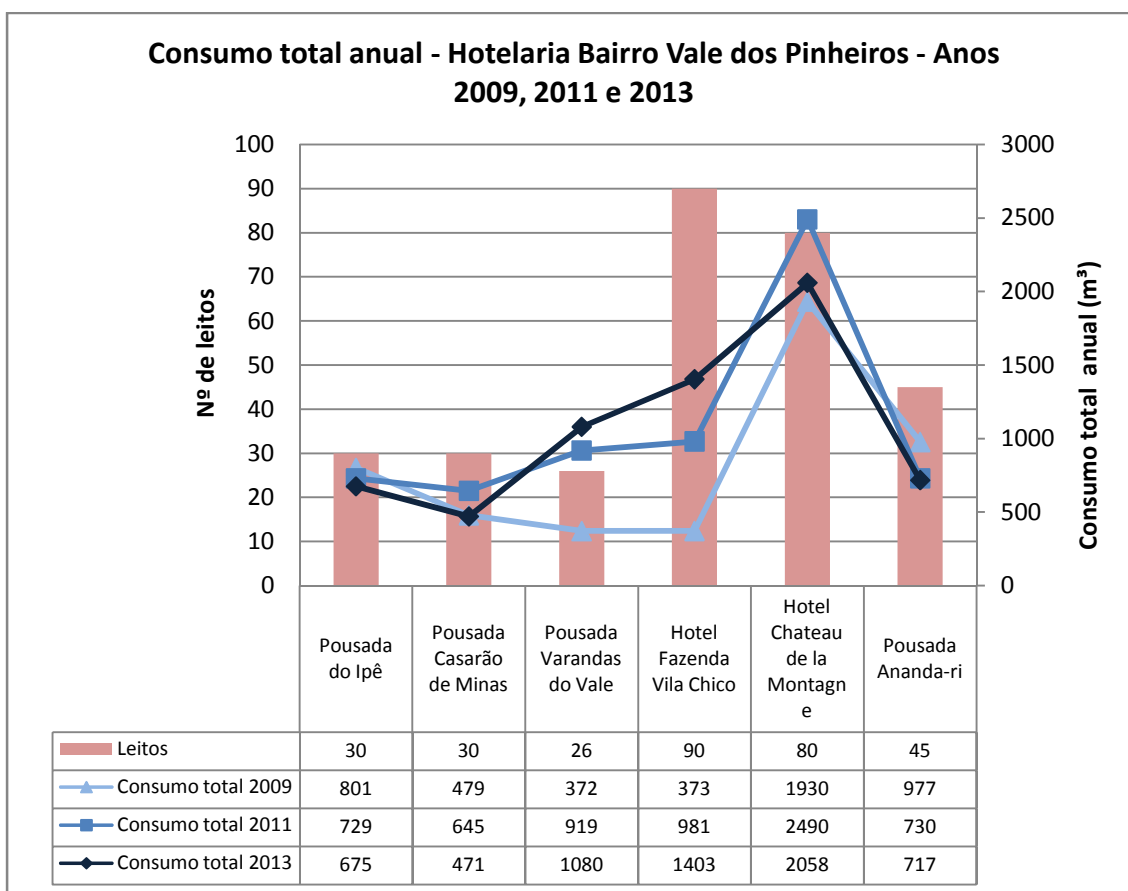


Figura 59 - Gráfico do consumo total anual de cada estabelecimento e número de leitos na rede hoteleira do do bairro Vale dos Pinheiros durante os anos de 2009, 2011 e 2013

Da mesma forma, observando a Figura 60, identificou-se que o número de leitos não tem relação com a média de consumo/leito, pois a Pousada Varandas do Vale, que possui a menor quantidade de leitos apresentou a maior média de consumo/leito anual, enquanto o Hotel Fazenda Vila Chico, que inclui a maior quantidade de leitos demonstrou o menor consumo/leito anual. Destaca-se que o Hotel Fazenda Vila Chico possui uma ampla área rururbana,

podendo possuir nascente ou fonte própria para complementar o abastecimento de água e justificar o resultado. No entanto, ambos apresentaram um consumo crescente com o passar dos anos estudados, enquanto os outros estabelecimentos apresentaram variações de consumo nos anos de 2009, 2011 e 2013.

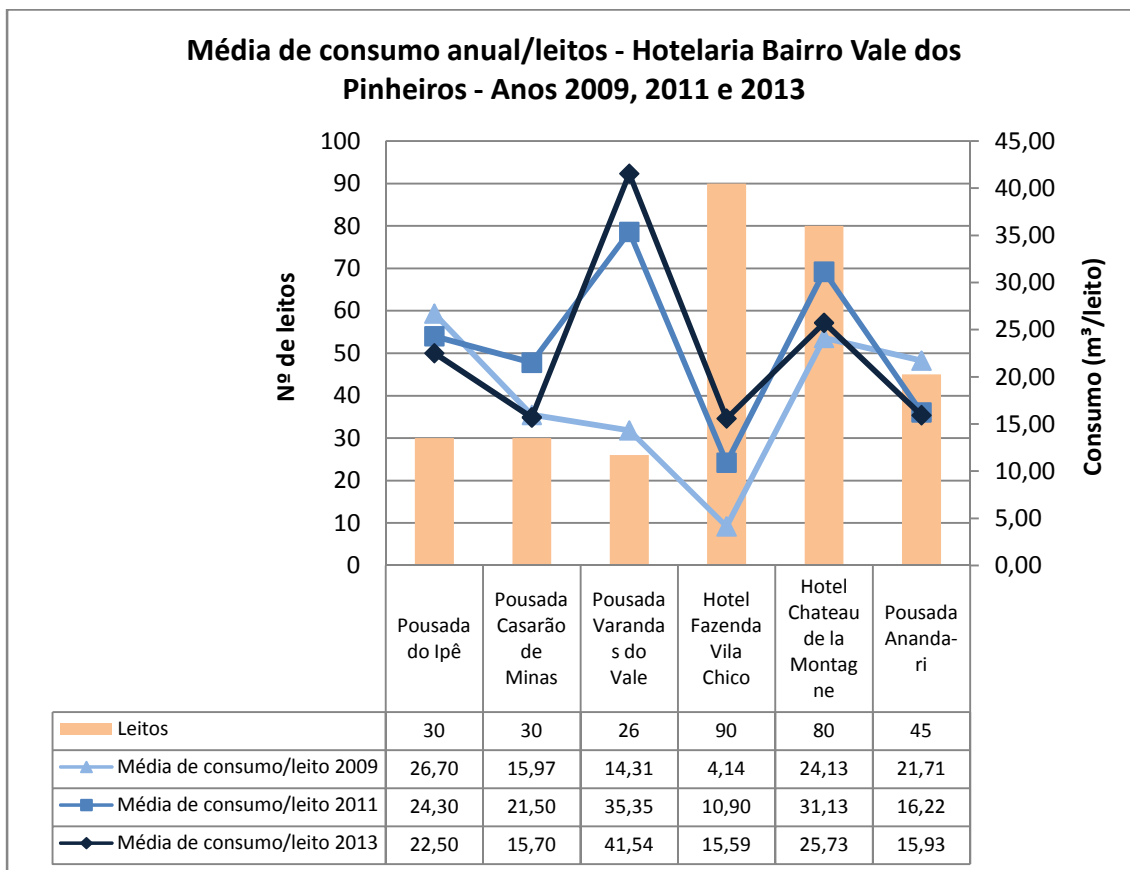


Figura 60 - Gráfico da relação entre a média de consumo anual/leito e o número de leitos da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros durante os anos de 2009, 2011 e 2013

Assim como foi efetuado no consumo residencial, procurou-se relacionar os consumos da rede hoteleira com a temperatura e precipitação, como pode-se observar nas Figuras 61 e 62.

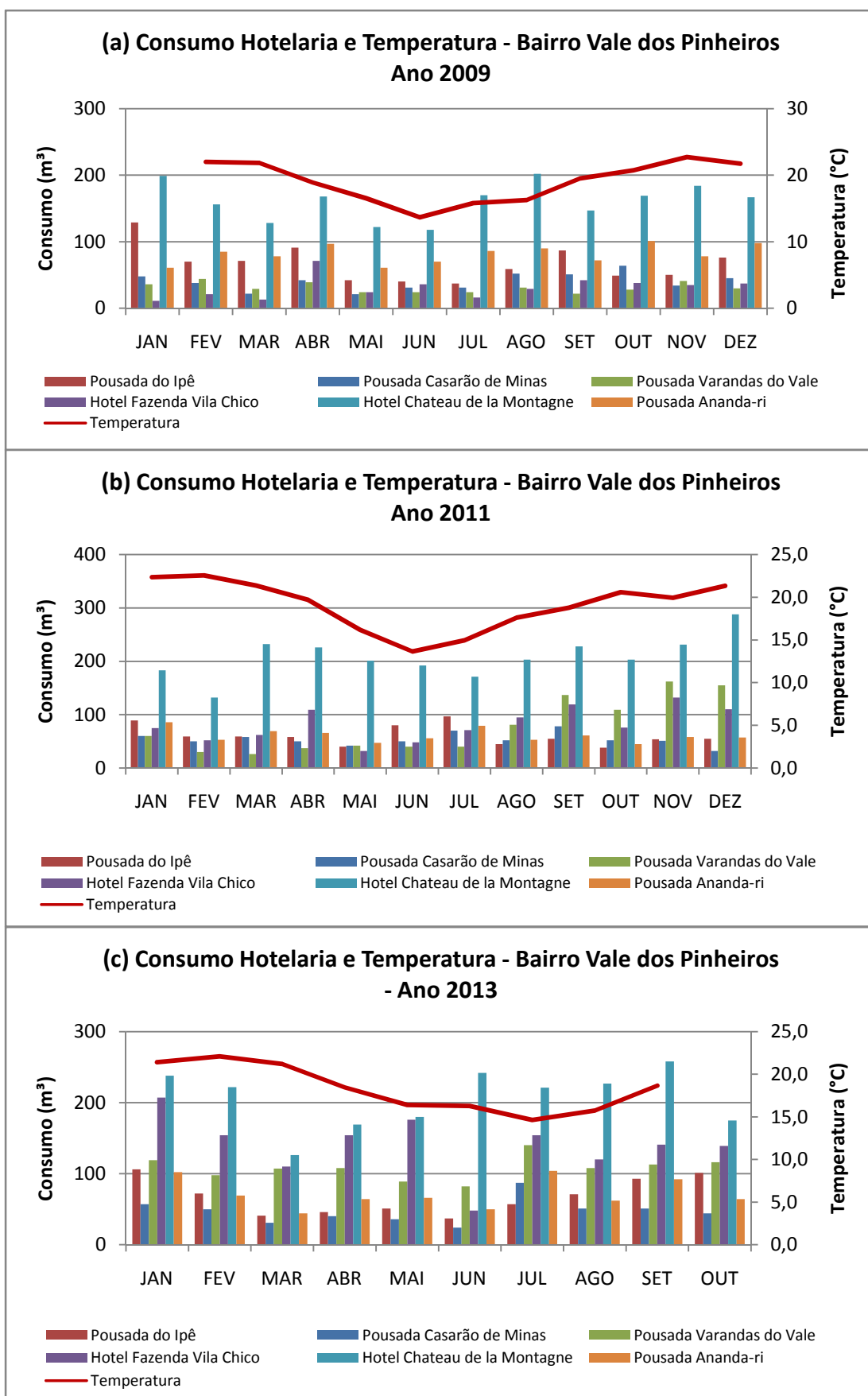


Figura 61 - Gráfico do consumo da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros e temperatura registrada nos anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)

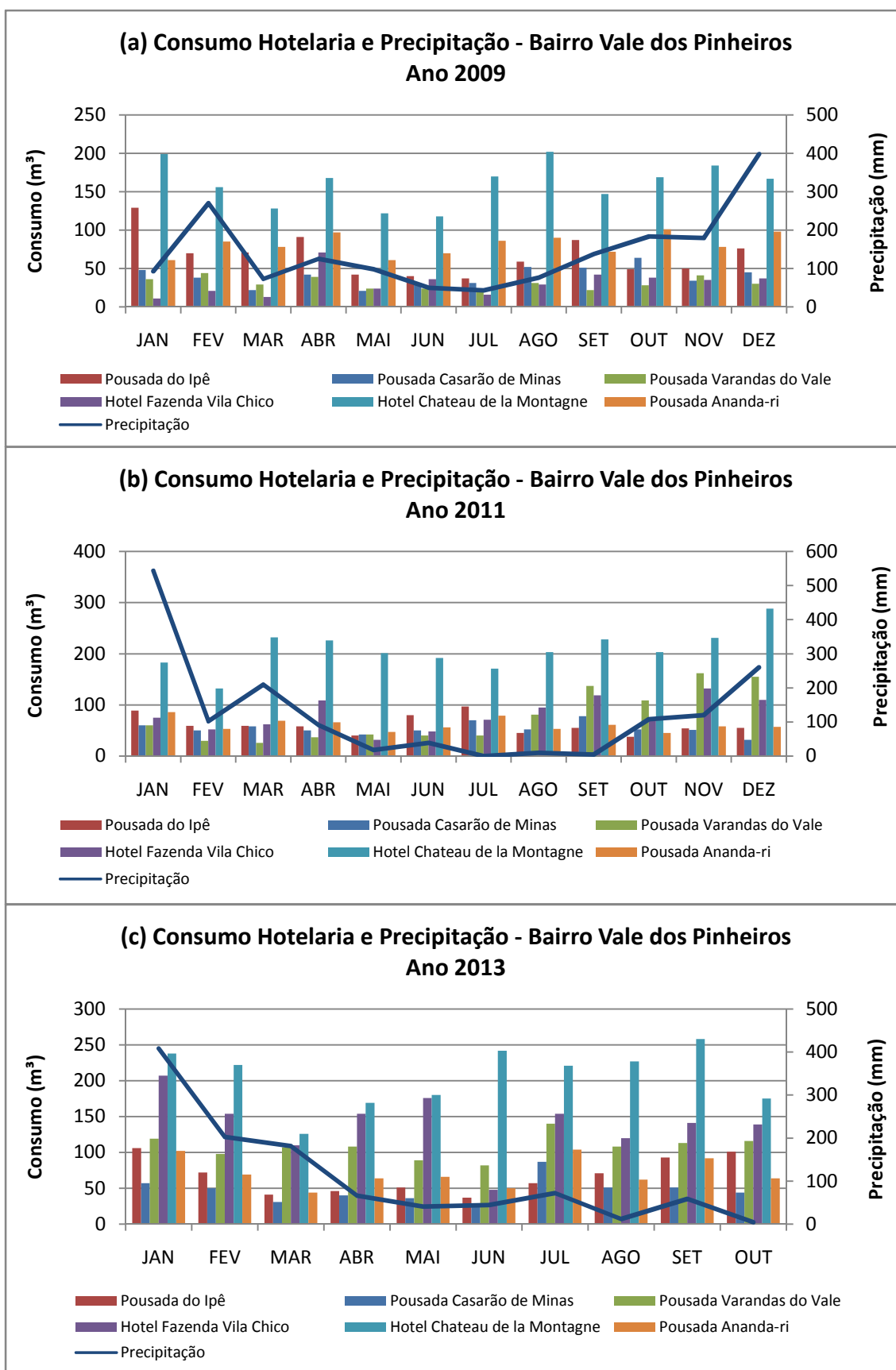


Figura 62 - Gráfico do consumo da rede hoteleira do bairro Vale dos Pinheiros e precipitação registrada nos anos de 2009 (a), 2011 (b) e 2013 (c)

Não foi possível determinar fortes correlações explicativas dos consumos nas variáveis temperatura e precipitação como pode-se visualizar nas Tabelas 14 e 15, visto que os coeficientes para cada estabelecimento e para o total consumido apresentaram-se de fraco a moderado, variando positiva e negativamente. Desta maneira, os consumos da rede hoteleira parecem estar mais ligados à temporada de férias e à ocorrência anual de feriados, independente da época do ano em que aconteçam, do que as estações do ano ou aos eventos climáticos.

Tabela 14 - Coeficientes de correlação (r) entre as variáveis temperatura, precipitação e consumo de água medido para cada estabelecimento hoteleiro do Bairro Vale dos Pinheiros

Estabelecimento	Variáveis temperatura e consumo medido			Variáveis precipitação e consumo medido		
	2009	2011	2013	2009	2011	2013
Pousada do Ipê	0,49	-0,23	0,36	0,15	0,31	0,32
Pousada Casarão de Minas	-0,06	-0,14	-0,22	0,29	-0,14	0,15
Pousada Varandas do Vale	0,58	0,22	-0,08	0,37	0,05	0,16
Hotel Fazenda Vila Chico	0,01	0,28	0,29	0,19	0,04	0,49
Hotel Chateau de la Montagne	0,23	0,14	-0,20	0,14	0,12	0,09
Pousada Ananda-ri	0,34	0,11	-0,05	0,47	0,54	0,36

Tabela 15 - Coeficientes de correlação (r) entre as variáveis temperatura, precipitação e consumo de água total medido para o setor hoteleiro do Bairro Vale dos Pinheiros

	Variáveis temperatura e consumo medido			Variáveis precipitação e consumo medido		
	2009	2011	2013	2009	2011	2013
Coeficiente para o setor	0,40	0,20	0,05	0,36	0,19	0,39

5.3 Uso do Solo

A porcentagem dos usos do solo encontra-se na Figura 63, que demonstra uma grande variedade de usos. A área de estudo conta com 563.830,18 m² e nela foram encontrados os usos comercial (6,38%); horticultura (0,40%); hotelaria (14,0%); institucional (0,27%), composto por três igrejas e uma unidade básica de saúde; lazer (1,36%), constituído por um clube e uma quadra de esportes; lotes vazios (28,72%); serviços (2,12%), onde está inserida uma clínica; obras em andamento (0,27%); praças (1,58%); residencial multifamiliar (0,77%); residencial unifamiliar (43,98%); além do uso misto (0,15%), que conjuga os usos residencial e comercial em um mesmo imóvel.

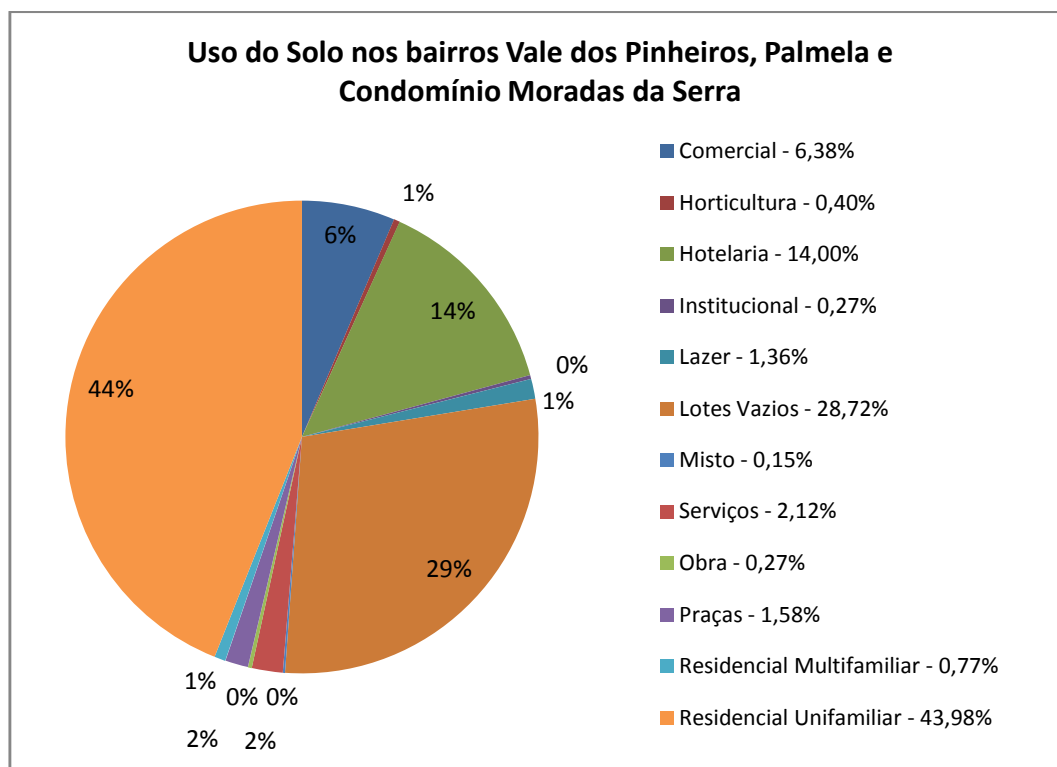
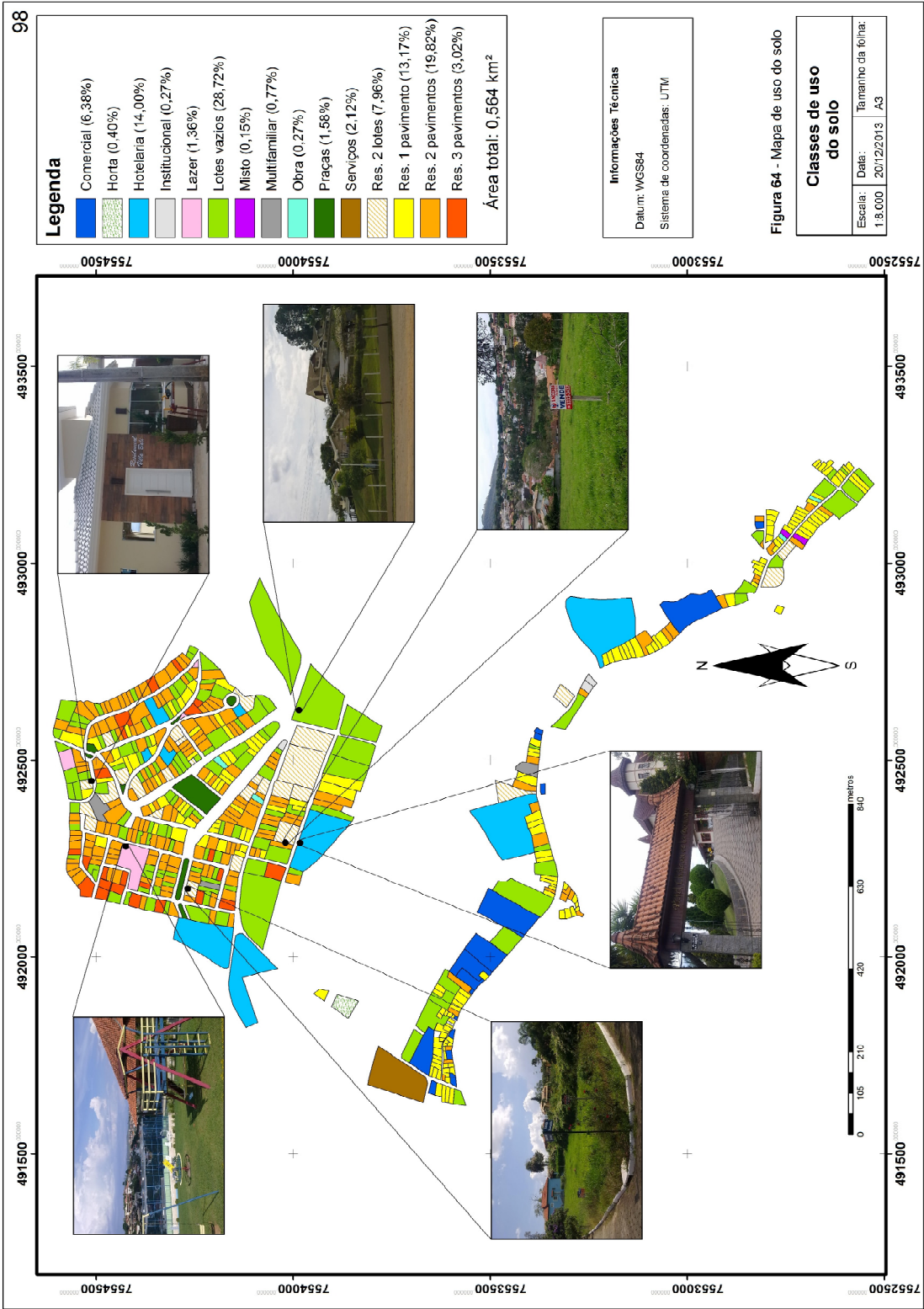


Figura 63 - Uso do solo predominantes nos bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra.

A partir dos levantamentos realizados em campo e trabalhados com um software de geoprocessamento em cima de uma imagem de satélite, foi possível construir um mapa de uso do solo urbano, identificando os tipos de uso predominantes nos bairros. O mapa pode ser visualizado na Figura 64.

Figura 64 - Mapa de uso do solo



A rede hoteleira (Figura 65) ocupa uma porcentagem considerável da área pesquisada, preenchendo 14,0% do uso do solo.



Figura 65 - Rede hoteleira no Bairro Vale dos Pinheiros: (a) Hotel Château de la Montagne e (b) Pousada Ananda-ri

Percebe-se, no entanto, que a tônica na utilização da área de estudo é o uso residencial, ocupando 44,75% da área pesquisada, sendo distribuída em uso residencial unifamiliar (43,98%) e uso residencial multifamiliar (0,77%).

Considerando-se apenas o uso residencial unifamiliar, identificou-se (Figura 66) a ocorrência de residências com um pavimento (30%), residências com dois pavimentos (45%), residências com três pavimentos (7%) e residências ocupando dois lotes (18%).

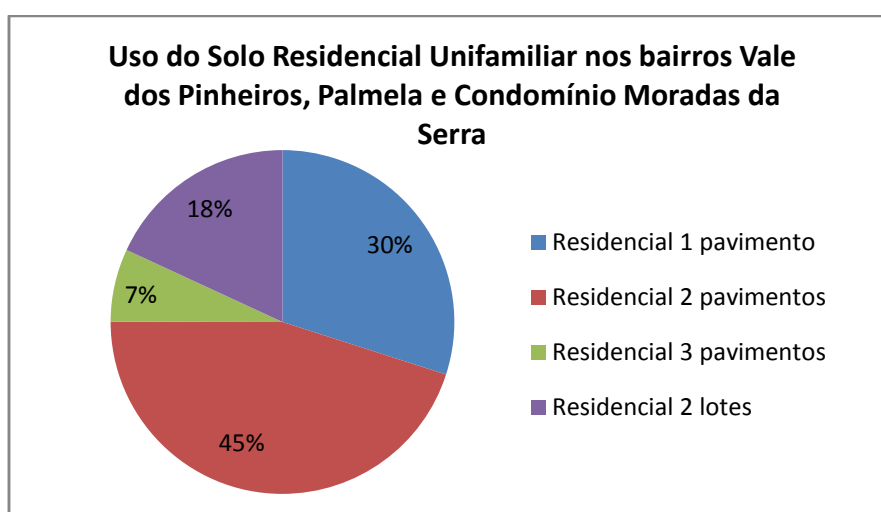


Figura 66 - Gráfico do uso do solo residencial nos bairros Vale dos Pinheiros, Palmela e Condomínio Moradas da Serra

As Figuras 67, 68 e 69 demonstram as diferentes tipologias encontradas como uso do solo residencial unifamiliar na área de pesquisa.



Figura 67 - (a) Residência ocupando dois lotes no bairro Vale dos Pinheiros e (b) residência com um pavimento no condomínio Moradas da Serra



Figura 68 - Residência com dois (a) e três (b) pavimentos no condomínio Moradas da Serra



Figura 69 - Residências com um e dois pavimentos no bairro Palmela

O uso residencial multifamiliar, embora identificado como incipiente, ocupando apenas 0,77% da área, começa a ganhar espaço nos bairros pesquisados (Figuras 70 e 71) e merece atenção especial, pois promove um adensamento capaz de gerar consumos de água significativos. Deve-se considerar ainda que a legislação municipal permite a construção de residenciais multifamiliares em lotes com implantação inicial com finalidade unifamiliar, como é o caso apresentado na Figura 71(a) no Condomínio Moradas da Serra.



Figura 70 - Empreendimento residencial multifamiliar em fase de finalização no bairro Vale dos Pinheiros



Figura 71 - (a) Residencial multifamiliar em fase de finalização no condomínio Moradas da Serra e (b) placa de lançamento de empreendimento imobiliário no bairro Vale dos Pinheiros

Neste sentido, destaca-se a área ainda desocupada que contabiliza 28,72% do total pesquisado (Figura 72) e as residências que utilizam dois lotes, que preenchem 7,96% da área total. Considerando que os lotes vazios ainda

serão construídos e as residências com dois lotes podem sofrer divisão nos terrenos, e associando ambos às taxas de crescimento registradas nos bairros estudados, estes dois usos apresentam grande possibilidade de gerarem demandas hídricas futuras significativas.



Figura 72 - Lotes vazios no bairro Vale dos Pinheiros (a) e no condomínio Moradas da Serra (b)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de contribuir para o planejamento de redes e tomada de decisões na esfera pública esta pesquisa realizou uma avaliação socioeconômica e levantamento de uso do solo, estudando as particularidades e padrões em sistema de abastecimento de água no Bairro Vale dos Pinheiros e Condomínio Moradas da Serra, em São Lourenço - MG e Bairro Palmela, em Carmo de Minas - MG.

Os resultados apontaram consumos crescentes nos anos analisados (2009, 2011 e 2013) no Condomínio Moradas da Serra e no Bairro Palmela, bem como aumento dos consumos de água associados à elevação da temperatura nos meses de verão e à ausência de pluviosidade nos meses de inverno.

A prevalência de classes sociais observada no Condomínio Moradas da Serra foi de A1, A2, B1 e B2; o Bairro Vale dos Pinheiros apresentou uma maior variedade nas classes de renda familiar, sendo composto por famílias das classes A1, A2, B1, B2, C e D. Por sua vez, o Bairro Palmela é constituído por famílias com renda nas faixas B2, C e D.

O Bairro Vale dos Pinheiros apresentou como correlações positivas mais fortes as que configuraram-se entre as variáveis precipitação e consumo residencial (0,75) para o ano de 2009; temperatura e consumo residencial de água para o ano de 2011, durante o período de janeiro a abril (0,91); consumo medido e tamanho do lote (0,77). Por sua vez, neste bairro as correlações negativas mais fortes foram entre as variáveis média de consumo residencial e número de edificações (-0,89), média de consumo total e número total de edificações (-0,70); consumo residencial de água e temperatura para o ano de 2011, durante o período de setembro a dezembro (-0,95).

No Condomínio Moradas da Serra os coeficientes que demonstraram correlações positivas mais fortes foram entre as variáveis média de consumo residencial e o número de edificações (0,97); média de consumo total e acréscimo construtivo (0,97); temperatura e consumo residencial para os meses de setembro a dezembro do ano de 2009 (0,79); precipitação e

consumo residencial para os meses de maio a agosto dos anos 2011 e 2013 (0,80); contas de água e contas de luz (0,85).

No Bairro Palmela, as correlações positivas mais fortes figuram entre as variáveis média de consumo residencial por economia e acréscimo construtivo residencial (0,75); média de consumo total e número total de edificações (0,78), pois tanto houve acréscimo construtivo como aumento nas médias de consumo por economia; temperatura e consumo residencial para o período de janeiro a abril dos anos de 2009 (0,98) e 2013 (0,85); precipitação e consumo residencial para o ano de 2009 (0,74); contas de água e contas de luz (0,74); consumo medido e conta de água (0,90). Já as correlações negativas mais fortes apresentaram-se entre as variáveis precipitação e consumo residencial para o período de maio a agosto de 2013 (-0,73).

Foi observado nesta pesquisa que os bairros estudados apresentam uma predominância do uso residencial unifamiliar, mas alerta-se para a quantidade significativa de lotes vazios, além de residências que ocupam dois lotes, e o início de adensamento através do uso residencial multifamiliar e de taxa de crescimento significativa no número de edificações, capazes de gerar aumento considerável no consumo de água na área. Além disso, destaca-se a rede hoteleira no bairro Vale dos Pinheiros, importante consumidora nos setores de abastecimento de água estudados e cuja variação do consumo de água não pode ser associado à temperatura ou pluviosidade.

Como recomendação para estudos futuros sugere-se, a realização de amostragens maiores, incluindo um maior número de anos e a inclusão de picos de temperatura máximos e mínimos a fim de encontrar correlações mais fortes na análise estatística e estimar a demanda hídrica futura para a área de estudo, bem como a realização de avaliação socioeconômica em outros setores dos municípios para a inserção em políticas públicas de economia no uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, C., DAVIDSON, F. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ADÃO, L. Na “Cidade do Futuro” a água está no centro do planejamento urbano. In: 15º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 15. **Anais do 15º ENASB**, Évora, 2012. CD-ROM

ANA. Agência Nacional de Águas, 2013. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?mun=2990&mapa=diag>>. Acesso em: 11 dez. 2013.

AMORIM FILHO, O.; SERRA, R. V. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. In: ANDRADE, T. A., SERRA, R. V. (Org.). **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/capitulo1_evolucao.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2013

AQUEDUTO de Segóvia. JPEG. Altura: 480 pixels. Largura: 800 pixels. 96 dpi. 83,3 kb. Formato JPEG. Disponível em <http://www.fotovijero.com/pt/tags/arte-romana/aqueduto-de-segovia_389>. Acesso em: 28 dez. 2013.

ARCOS da Lapa. JPEG. Altura: 333 pixels. Largura: 500 pixels. 72 dpi. 127 kb. Formato JPEG. Disponível em <<http://www.historiadorio.com.br/pontos/arcosdalapa>>. Acesso em: 28 dez. 2013.

BLOKKER, E. J. M., VREEBURG, J. H. G., DIJK, J. C. v. Simulating Residential Water Demand with a Stochastic End-Use Model, **Journal of Water Resources Planning and Management**, 136(1), 29-26, 2009.

BORGES, V. M. N. de A.; KAMEL, Z. F. **Estado da arte em modelos de previsão de demanda de água na operação de sistemas de abastecimento**. In: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Punta del Este, 2006. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/br02282_borges.pdf>. Acesso em 08 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jan. 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2009, Brasília, 2011.

CONDURÚ, M. T.; PEREIRA, J. A. R. Análise das informações de volume perdido de água no planejamento de sistemas de abastecimento de água em áreas urbanas no Brasil. In: XI Seminário Ibero-Americano sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem, 11. **Anais do XI SEREA**, Coimbra, 2012. CD-ROM

CONDURÚ, M. T.; PEREIRA, J. A. R. Desafios para a sistematização das informações hidroenergéticas do setor de abastecimento de água no Brasil. In: XI Seminário Ibero-Americano sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem, 08. **Anais do XI SEREA**, Coimbra, 2012. CD-ROM

CUZCO. JPEG. 2012. Altura: 4320 pixels. Largura: 3240 pixels. 180 dpi. 4, 57 Mb. Formato JPEG. Disponível em <<http://www.casadesobra.com.br/2012/10/09/uma-visita-a-machu-picchu>>. Acesso em: 28 dez. 2013.

DIAS, D. M., **Avaliação do Impacto da Renda sobre o consumo hidrometrado de água em domicílios residenciais urbanos: um estudo de caso para regiões de Belo Horizonte**. 2008, 152 f. Dissertação (mestrado), Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DIAS, D. M., MARTINEZ, C. B., LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água, **Eng Sanit Ambient.**, Vol 15, nº 2, Abril/Junho 2010, p. 155-166, 2010.

DIAS, D. M., MARTINEZ, C. B., LIBÂNIO, M. Aplicação de um modelo para projeção da demanda domiciliar de água em cenários de mobilidade de classes sociais no Brasil, In: XI Seminário Ibero-Americano sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem, 11. **Anais do XI SEREA**, Coimbra, 2012. CD-ROM

FONTENELE, R. E. S., ROSA, A. L. T., NOGUEIRA, C. A. G. **Estimativa da demanda de água residencial urbana no estado do Ceará**, Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, Vol.11, Nº 3, Agosto 2009.

HIPÓLITO, M. A. V., **Variáveis explicativas na demanda residencial de água em cidades verticalizadas**. 2010, 31 f. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-graduação e pesquisa em Administração e Economia, Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Rio de Janeiro, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>. Acesso em: 18 dez. 2013.

LAMOGLIA, H. A., **Estudo da correlação entre perdas de água e energia para setores do sistema de abastecimento de água da cidade de São Lourenço – MG**. 2013, 218 f. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

LINSLEY, R. K., FRANZINI, J. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. São Paulo: EdUSP, 1978.

LOUREIRO, D. **Metodologias de análise de consumos para a gestão eficiente de sistemas de distribuição de água**, Tese (Doutorado), Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

MAMADE, A.; LOUREIRO, D.; REBELO, M.; SANTOS, A.; COVAS, D.; COELHO, S. Análise Sociodemográfica de setores de sistemas de distribuição de água: Uma abordagem sistematizada para caracterização de consumos domésticos. In: 15º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13. **Anais do 15º ENASB**, Évora, 2012. CD-ROM

MASCARÓ, J., YOSHINAGA, M. **Infraestrutura urbana**. Porto Alegre: Masquatro, 2005. p.103

MELO, J. A. M., NETO, P. M. J. Estimção de funções de demanda residencial de água em contexto de preços não-lineares. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, Vol. 37, Nº 1, Abril 2007, p. 149-173. Disponível em <<http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/view/133>>. Acesso em 18 dez. 2013

MOREIRA, M., ALEGRE, H. Formação em rede: necessidade e oportunidade. In: 15º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 15. **Anais do 15º ENASB**, Évora, 2012. CD-ROM

NETO, R. M., ANDRADE, A. C. de. Expansão urbana e apropriação do relevo em São Lourenço (MG): A Bacia do Córrego Jardim. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, Vol. 11, Nº 36, Dezembro 2010, p. 331-347.

OLIVEIRA, R. M., FORMIGA, K. T. Uso de sistemas de informação geográficas na operação de sistemas de distribuição de água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH, XVIII., 2009, Campo Grande. **Anais...** Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) – Mato Grosso do Sul, 2009. p. 20. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, J. E. S., RUSCHEL, C., SILVA, R. F., RIBEIRO, A., SILVA, R. S. Elaboração de diagnóstico operacional e plano de contingência em sistemas de abastecimento de água. In:

XV Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12. **Anais do XV SILUBESA**, Belo Horizonte, 2012. CD-ROM.

PERU. JPEG. Altura: 400 pixels. Largura: 278 pixels. 96 dpi. 27,0 kb. Formato JPEG. Disponível em <<http://blog.perutourism.com>>. Acesso em: 28 dez. 2013.

PERU. JPEG. 2006. Altura: 640 pixels. Largura: 480 pixels. 300 dpi. 151 kb. Formato JPEG. Disponível em <<http://www.rutahsa.com/mp-fountains.html>>. Acesso em: 28 dez. 2013.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013. Disponível em <http://atlasbrasil.org.br/2013/perfil/sao-lourenco_mg>. Acesso em 19 dez. 2013.

POLEBITSKI, A. S., PALMER, R. N. Seasonal Residential Water Demand Forecasting for Census Tracts, **Journal of water resources planning and management**. Vol. 136, Nº 1, Janeiro 2010.

PORTO, R. L.; LANNA, A. E.L.; BRAGA, B.P.F.; CIRILO, J.A.; AZEVEDO, G.; CALVO, L.; BARROS, M.T.L. **Técnicas Quantitativas para o gerenciamento de Recursos Hídricos**, Editora da Universidade, UFRGS, 1997.

REBELO, M., LOUREIRO, D., SANTOS, A., COELHO, S., ALEGRE, H., MACHADO, P. Caracterização de sectores de rede em sistemas de distribuição de água, In: 13º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 09. **Anais do 13º ENASB**, Covilhã, 2008. CD-ROM

REGO, R.; GALVÃO, A.; MONTEIRO, A.; FREIRE, J., Aplicação de um modelo de metabolismo na análise de desempenho de estações de tratamento de água residuais, In: XI Seminário Ibero-Americano sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem, 11. **Anais do XI SEREA**, Coimbra, 2012. CD-ROM

SAAE de São Lourenço. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. 2013. Comunicação pessoal.

SAAE São Lourenço. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. 2013. Disponível em <<https://www.saaesaolourenco.com.br>>. Acesso em 20 dez. 2013.

SABOYA, R. As armadilhas da definição do zoneamento e das densidades populacionais urbanas. **Urbanidades**, Florianópolis, fev. 2010. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2010/02/as-armadilhas-da-definicao-do-zoneamento-e-densidades-urbanas/>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. Cálculo amostral: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.publicacoesdeturismo.com.br/calculoamostral>>. Acesso em: 20 out. 2013

SÃO LOURENÇO – MG (Prefeitura). 2013a. Disponível em: <www.saolourenco.mg.gov.br>. Acesso em: 06 dez. 2013.

SARGAONKAR, A., KAMBLE, S., RAO, R. Model study for rehabilitation planning of water supply network, **Computers, Environment and Urban Systems**, Vol. 39, Maio 2013.

SILVA, F. G. B. **Estudos de calibração de redes de distribuição de água através de algoritmos genéticos**, Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SYME, G. J., NANCARROW, B. E., e SELIGMAN, C. The evaluation of information campaigns to promote voluntary household water conservation, **Evaluation Review**, Vol 24, Dezembro 2000.

TSUTIYA, M. T.; **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VILLAÇA, F. **As ilusões do plano diretor**. São Paulo: USP, 2005.

ZMITROWICZ, W.; DE ANGELIS NETO, G. **Infraestrutura urbana**. São Paulo: EDUSP, 1997.

ANEXO A

Questionário base para estudo de padrões de demanda hídrica em sistema de abastecimento de água na cidade de São Lourenço - MG

Entrevistador:

Data da Pesquisa: / /2013

Endereço:

01) Identificação do Entrevistado: (opcional)

Nome:

Grau de Parentesco:

Sexo:

Idade:

02) Perfil da Família:

Nº de pessoas:

Características dos moradores:

Nº	Descrição	Fica em casa durante o dia?	
		Sim	Não
	idosos (maiores de 60 anos)		
	adultos (entre 18 e 60 anos)		
	adolescentes (12 e 18 anos)		
	crianças (entre 0 e 11 anos)		

03) Metragem quadrada aproximada da casa

04) Tamanho do lote

05) Renda média familiar

Faixa
inferior a 600,00
de 600,00 a 999,00
de 1.000,00 a 1.999,00
de 2.000,00 a 2.999,00
de 3.000,00 a 3.999,00
de 4.000,00 a 6.000,00
superior a 6.000,00

06) Há quanto tempo moram no local?

() anos

07) Qual a idade da residência?

() anos

Obs: () Construção em bom estado

() Construção acabada

() Construção precária

08) Você costuma passar os finais de semana em casa? () Sim () Não

09) Qual o dia da semana em que lava roupas? (anotar frequência)

Dia	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
manhã							
tarde							
noite							

10) Tem caixa d'água na residência?

() Sim () Não

11) Tem carro? () Sim () Não

Lava em casa? () Sim () Não

Em que dia e período?

Dia	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
manhã							
tarde							
noite							

12) Qual o valor médio da sua conta de água?

13) Qual o valor médio da sua conta de luz?

14) O abastecimento de água em sua residência é feito através de:

Tipo
rede pública
poço
nascente (rio, lago, outros)

15) Seu domicílio possui quantas instalações:

Nº	Instalações
	Banheiros
	Banheira
	Máquina de lavar roupas
	Máquina de lavar louças
	Piscina Fixa
	Piscina Plástica
	Torneira de Jardim

16) Quantos dias por semana lava a área externa da casa? Em quais dias da semana?

Dia	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
manhã							
tarde							
noite							

17) Tem horta ou jardim? () Sim () Não

Costuma regá-lo? () Sim () Não

Quantas vezes por semana?

() 01 vez () 02 vezes () 03 vezes

() 04 vezes () nenhuma

18) Observações:

ANEXO B**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Estudo de padrões de demanda hídrica em sistema de abastecimento de água na cidade de São Lourenço - MG

Pesquisador: Daniela Bobsin

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 24837413.2.0000.5094

Instituição Proponente: Universidade Federal de Itajubá

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 489.546

Data da Relatoria: 11/12/2013

Apresentação do Projeto:

Está de acordo com a Resolução 196/96 - VI que prevê a descrição da pesquisa, com os propósitos e hipóteses a serem testadas, justificativa da pesquisa, material e métodos, resultados esperados, bibliografias, análise dos riscos e benefícios, duração da pesquisa, local e infraestrutura para realização da pesquisa, orçamento, declaração de que os resultados se tornarão públicos, declaração sobre o uso e destinação do material e/ou dados coletados, informações relativas ao sujeito da pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Está claro o objetivo do protocolo de pesquisa e em sintonia com a metodologia proposta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com a Resolução 196/96 - V que considera que toda a pesquisa envolve risco. Os riscos foram previstos no protocolo da pesquisa (dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual), assim como as medidas necessárias para minimizá-los. Além disso, o protocolo considerou os prováveis benefícios que podem advir da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto com objetivos claros e que leva em consideração o risco de desconforto causado pela pesquisa.

Endereço: Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687

Bairro: PORTO VELHO

CEP: 37.501-002

UF: MG

Município: ITAJUBA

Telefone: (35)3622-0844

Fax: (35)3622-0844

E-mail: cep@fepi.br



Continuação do Parecer: 489.546

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

De acordo com a Resolução 196/96 - VI que prevê:

- protocolo de pesquisa com presença de folha de rosto devidamente preenchida e assinada, e
- projeto de pesquisa com as descrições necessárias para sua avaliação.
- prevê Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em linguagem acessível e contempla os requisitos previsto na resolução.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto sem pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

ITAJUBA, 11 de Dezembro de 2013


Assinador por:
Rodolfo Malagó
(Coordenador)

Endereço: Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687

Bairro: PORTO VELHO

CEP: 37.501-002

UF: MG

Município: ITAJUBA

Telefone: (35)3622-0844

Fax: (35)3622-0844

E-mail: cep@fepi.br

ANEXO C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Estudo de padrões de demanda hídrica em sistema de abastecimento de água na cidade de São Lourenço – MG.**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar o assunto é o crescente aumento da demanda hídrica em cidades de médio porte. O objetivo desse projeto é avaliar os padrões de demanda hídrica de setores do sistema de abastecimento de água de São Lourenço – MG, tendo em vista parâmetros sociais, econômicos e ambientais. O(os) procedimento(s) de coleta de dados será através de entrevista única com os habitantes dos bairros Palmela, Moradas da Serra e Vale dos Pinheiros.

DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: Como o método se sustenta na aplicação de questionários, haverá apenas um incômodo moderado para a aplicação destes, prevendo um tempo de 10 minutos para cada um. Cabe ainda citar o desconforto provocado pela coleta de algumas informações de caráter pessoal. Não há riscos significantes neste procedimento, sendo que se justifica o auxílio nesta pesquisa no retorno para a sociedade em políticas públicas de economia no abastecimento de água.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Curso de Mestrado em Meio Ambiente e

Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá e outra será fornecida a você.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
Nome	Assinatura da Testemunha	Data