

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MARIO SOUSA COELHO JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DOMÉSTICO NA ZONA URBANA
DE ALEGRETE/RS**

**Alegrete - RS
2015**

MARIO SOUSA COELHO JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DOMÉSTICO NA ZONA URBANA
DE ALEGRETE/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Bacharel

Orientador (a): Adriana Gindri Salbego

**Alegrete – RS
2015**

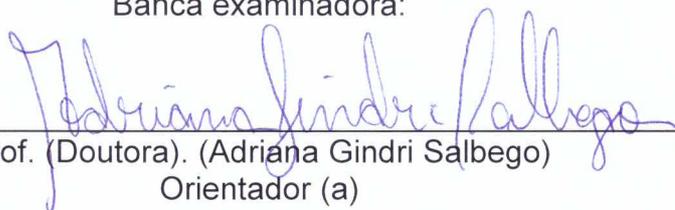
MARIO SOUSA COELHO JUNIOR

CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DOMÉSTICO NA ZONA URBANA
DE ALEGRETE/RS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Bacharel

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26/01/2015.

Banca examinadora:



Prof. (Doutora). (Adriana Gindri Salbego)
Orientador (a)
(UNIPAMPA)



Prof. (Doutora). (Fátima Cibele Soares)
(UNIPAMPA)



Prof. (Doutor). (Pedro Roberto de Azambuja Madruga)
(UNIPAMPA)

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a Deus, meus pais Mário Sousa Coelho e Nilda Maria Lopes Coelho por me apoiarem e me proporcionarem este momento, além de terem me instruído para a vida, minhas irmãs Nildiane Lopes Coelho da Cruz, Paula Lopes Coelho e Samya Karla Lopes Oliveira (tia e irmã de criação) por terem me acompanhado e me darem apoio desde o primeiro dia dessa etapa e também ao meu cunhado Juvenil Paulino da Cruz por sempre me apoiar e ajudar em tudo que preciso. De uma coisa eu tenho certeza, sem vocês eu não estaria concluindo o curso.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Prof^a Dra. Adriana Gindri Salbego por ter me orientado para que eu pudesse concluir o curso de Engenharia Civil, além de me passar muito da vasta experiência. Não há palavras ou elogios suficientes para demonstrar a gratidão que tenho pela mesma, pois me acolheu e incentivou a participar mais ativamente na vida acadêmica.

Agradeço também ao Prof^a Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pois apesar de não ser meu orientador, contribuiu muito para que eu pudesse concluir esse trabalho.

Agradeço a Gabriela Espindola por ajudar na tradução do resumo.

Aos meus colegas de curso que sempre me incentivaram e estavam do meu lado quando mais precisei.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente.

RESUMO

O presente estudo tem o propósito de caracterizar o consumo de água doméstico *per capita* do município de Alegrete/RS, por bairro, utilizando dados de consumo das residências, disponibilizados pela concessionária de serviços local - Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) e índices de saneamento obtidos no projeto ISA Alegrete/RS. Com base nos dados de consumo de água e a média de habitantes por bairro, determinou-se a média de consumo de água de cada bairro do município para caracterização do consumo, comparando os mesmos com os consumos diários indicados pela literatura e companhias de saneamento. Os resultados mostram que o consumo médio de água *per capita* por bairro variou de 74 a 190 l/hab.dia, demonstrando haver variabilidade entre os bairros, tendo em vista os diversos fatores que influenciam no padrão de consumo de água de uma população. Em relação aos dados de consumo médio de água *per capita* indicados pela literatura, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e companhias de saneamento, verifica-se que tais dados não refletem a realidade local. Após, foi realizado a análise de correlação linear entre os dados de consumo médio de água *per capita* e os índices socioeconômico (ISE), de atendimento de água (IAA), de salubridade ambiental (ISA). Na análise de correlação linear entre os índices, verificou-se uma variação de 0,118 a 0,348, não podendo afirmar a existência de correlação forte. Foi possível verificar maior relação linear na análise entre o 'consumo médio de água *per capita* x ISA_{pond} '.

Palavras-chave: Consumo de água. Índices de saneamento. Análise espacial.

ABSTRACT

The present study aims to characterize the domestic water consumption per capita in the city of Alegrete / RS, by district, using residence consumption data , provided by local utility services – Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) and sanitation rates obtained in project ISA Alegrete / RS . Based on the water consumption data and the average population by district , determined the average water consumption of each municipal district for characterization of consumption, comparing them with daily consumption indicated by literature and sanitation companies. The results show that the average water consumption per capita by district ranged from 74 to 190 litres per person per day, showing that there is variability between the districts, in view of the many factors that influence water consumption standard of a population. In terms of average consumption data per capita water indicated by the literature, National Sanitation Information System (SNIS) and sanitation companies, verifies that such data do not reflect the local reality. After, it was performed the linear correlation analysis between the average consumption data per capita water and socioeconomic indices (ISE), water treatment (IAA), environmental health (ISA). In the linear correlation analysis between the indices, there was a variation from 0.118 to 0.348, not being able to affirm the existence of strong correlation.

Keywords: Water consumption. Sanitation indicator. Spatial analysis

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Espacialização do consumo médio de água <i>per capita</i> por bairro, no município de Alegrete/RS..... | 30 |
| Figura 2 - Consumo médio de água <i>per capita</i> | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Consumo <i>per capita</i> em Ohio – EUA..... | 15 |
| Tabela 2: Consumo residencial | 15 |
| Tabela 3: Consumo residencial no Japão | 16 |
| Tabela 4: Distribuição de consumo de água por habitante na Dinamarca | 16 |
| Tabela 5: Municípios brasileiros com o menor consumo <i>per capita</i> diário | 18 |
| Tabela 6: Municípios brasileiros com o maior consumo <i>per capita</i> diário | 18 |
| Tabela 7: Indicadores ambientais..... | 21 |
| Tabela 8: Média de habitantes por domicílio | 26 |
| Tabela 9: Consumo médio de água <i>per capita</i> | 28 |
| Tabela 10: Faixa de consumo médio de água <i>per capita</i> | 29 |
| Tabela 11: Desvio Padrão do consumo médio de água <i>per capita</i> | 32 |
| Tabela 12: Faixa de desvio padrão do consumo médio de água <i>per capita</i> | 33 |
| Tabela 13: Consumo médio de água <i>per capita</i> , ISE, IAA e ISApond, por bairro – município de Alegrete/RS..... | 33 |
| Tabela 14: Dados de população do ISA e CORSAN, média de consumo de água <i>per capita</i> com base na população do ISA e CORSAN e consumo <i>per capita</i> estipulado pela CORSAN para projetos de engenharia..... | 36 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento

ETA - Estações de Tratamento de Água

IAA - Índice de Atendimento de Água

ICM - Índice de Infraestrutura do Domicílio

ICR - Índice de Infraestrutura da Rua

IDO - Índice de Doenças

IDU - Índice de Drenagem Urbana

IES - Índice de Esgotamento Sanitário

IRS - Índice de Resíduos Sólidos

ISA - Índice de Salubridade Ambiental

ISE - Índice Sócio-econômico

IVe - Índice de Incidência de Vetores

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 Objetivos | 13 |
| 1.2 Justificativa..... | 13 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1 Mananciais hídricos | 14 |
| 2.2 Consumo de água doméstico | 14 |
| 2.3 Consumo <i>per capita</i>..... | 16 |
| 2.3.1 Diretrizes técnicas de companhias de saneamento..... | 17 |
| 2.3.2 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)..... | 18 |
| 2.4 Perdas de Água no Sistema | 19 |
| 2.5 Índice de Salubridade Ambiental (ISA)..... | 20 |
| 3.1 Caracterização do consumo de água doméstico por domicílio na cidade de Alegrete | 22 |
| 3.1.1 Obtenção de dados de consumo de água doméstico: censo..... | 22 |
| 3.1.2 Espacialização dos dados de consumo médio de água doméstico <i>per capita</i>..... | 22 |
| 3.1.3 Análise dos dados de consumo médio de água doméstico <i>per capita</i>..... | 23 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 25 |
| 4.1 Análise dos dados obtidos..... | 25 |
| 4.1.1 Dados do censo..... | 25 |
| 4.1.2 Número médio de habitantes por domicílio..... | 26 |
| 4.2 Espacialização dos dados | 28 |
| 4.3 Análise dos dados de consumo médio de água <i>per capita</i>..... | 31 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 38 |
| REFERÊNCIAS..... | 40 |

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais de uso mais intensivo e diversificado pelo homem. Dentre os usos, está o consumo doméstico, dessedentação animal, irrigação, indústria, diluição de esgotos, geração de energia, navegação, lazer, entre outros.

A água é indispensável para a sobrevivência da humanidade e para o desenvolvimento das sociedades. Ao mesmo tempo, que a sua disponibilidade na natureza tem sido insuficiente para atender à demanda requerida em muitas regiões do planeta, situação que vem se agravando ao longo do tempo (HELLER, 2006).

Portanto, a água deve ser tratada e distribuída com qualidade para toda a população a ser abastecida, além de ter um controle rigoroso para não desperdiçá-la. Por isso, é importante estudar como está sendo consumida e quais os fatores preponderantes para a variação de consumo ao longo dos anos.

Cada uma das possíveis formas de utilização da água demanda um padrão de consumo, ou seja, um determinado volume, conforme o uso em que é destinado.

O volume de água necessário para abastecer uma comunidade dependerá de uma série de circunstâncias que farão com que este valor seja mais ou menos intenso. Os mais notáveis são: características da população (hábitos higiênicos, situação econômica, educação sanitária); desenvolvimento da cidade; presença de indústrias; condições climáticas e; características do sistema (quantidade e qualidade da água, sistemas de medição, pressão na rede, etc).

Considerando que diversos são os fatores que influenciam no padrão de consumo da água de uma comunidade, o presente estudo trata sobre o consumo de água doméstico da zona urbana de Alegrete/RS, comparando com dados disponíveis na literatura e indicados por companhias de saneamento.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste estudo consiste em caracterizar o consumo de água doméstico do município de Alegrete/RS, a partir de dados fornecidos pela concessionária de serviços local.

Como objetivos específicos:

- caracterizar o consumo de água doméstico nos diferentes bairros da cidade de Alegrete/RS, representando através de mapa temático;
- analisar estatisticamente o consumo médio de água doméstico nos diversos bairros de Alegrete/RS (média e desvio padrão);
- comparar o consumo médio *per capita* de água doméstico obtido com os indicados pela literatura, companhias de saneamento e plataforma SNIS;
- realizar uma análise estatística de correlação linear entre o 'consumo médio de água *per capita*' com: ISE (índice sócio-econômico), IAA (índice de atendimento de água) e ISA_{pond} (índice de salubridade ambiental ponderado).

1.2 Justificativa

Para o dimensionamento de obras hidráulicas (prediais e saneamento) relacionadas a abastecimento de água, é necessário o conhecimento do consumo de água da população beneficiada. Entretanto, a literatura apresenta valores médios, desprezando fatores locais que exercem influência sobre o padrão de consumo.

Desta forma, o referido estudo pretende caracterizar o consumo de água doméstico da cidade de Alegrete, fornecendo subsídios à elaboração de projetos de abastecimento de água com diferentes realidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mananciais hídricos

Os mananciais de abastecimento público consistem em fontes de água doce superficial ou subterrânea utilizada para consumo humano ou desenvolvimento de atividades econômicas. As áreas contendo os mananciais devem ser alvo de atenção específica, contemplando aspectos legais e gerenciais (MMA, 2014).

O sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos foi instituído pela Lei Federal nº 9.433/97. Dentre os seus fundamentos, a água passou a ser tratada como um bem de domínio público, recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Em caso de escassez, deve ter uso prioritário para consumo humano e dessedentação animal, cuja gestão deve proporcionar os usos múltiplos, devendo ser descentralizada e participativa, além de ter a bacia hidrográfica como unidade territorial de atuação das políticas de recursos hídricos e de gerenciamento (DEL PRETTE, 2000).

2.2 Consumo de água doméstico

O consumo doméstico tem o objetivo de sanar as necessidades básicas do ser humano. Portanto, corresponde à ingestão, às atividades higiênicas e de limpeza, ao preparo de alimentos e outros usos (HELLER, 2006).

É evidente que a quantidade e a qualidade da água deficiente para o consumo doméstico pode levar a ocorrência de diversas doenças de transmissão hídrica (HELLER, 2006).

Deste modo, é importante que a população possa desfrutar de água com qualidade e quantidade que garantam a segurança em seu consumo e as práticas de higiene, visando prevenir as doenças (HELLER, 2006).

O consumo de água é determinado por uma série de fatores ligados ao local a ser abastecido, variando de cidade para cidade, bem como de um setor de distribuição para outro, numa mesma cidade (AZEVEDO NETTO, 1998).

Segundo o mesmo autor, dentre os principais fatores que influenciam o consumo de água numa localidade, cita-se: clima, padrão de vida da população, hábitos da população; sistema de fornecimento e cobrança (serviço medido ou não), qualidade da água fornecida; custo da água (tarifa); pressão na rede distribuidora,

consumo comercial, consumo industrial; consumo público, existência de rede de esgotos, perdas no sistema, entre outros fatores.

De acordo com Azevedo Netto (1998), o consumo *per capita* é composto pelo somatório do uso da água para as seguintes finalidades: descargas de bacias sanitárias, asseio corporal, cozinha, bebida, lavagem de roupas, rega de jardins e quintais, limpeza geral e lavagem de automóveis.

Com o objetivo de quantificar a frequência de uso da água doméstico para cada finalidade, efetuou-se uma pesquisa em diversos países, conforme a seguir apresentado:

- Na cidade de Akron, Ohio - EUA, apresenta os seguintes dados de consumo (Tabela 1).

Tabela 1: Consumo *per capita* em Ohio – EUA

| Consumo <i>Per Capita</i> | Frequência (%) |
|----------------------------------|-----------------------|
| Descarga de bacias sanitárias | 47 |
| Asseio corporal | 31 |
| Cozinha | 6 |
| Bebida | 5 |
| Lavagem de roupas | 4 |
| Limpeza em geral | 3 |
| Lavagem de automóveis | 1 |
| Outros usos | 3 |
| Total | 100 |

Fonte: Azevedo Netto (1998, p. 468)

Segundo Tomaz (1999), para os EUA, a estimativa da frequência de consumo médio para cada aparelho é citada na Tabela 2:

Tabela 2: Consumo residencial

| Consumo Interno | Frequência (%) |
|------------------------|-----------------------|
| Bacia sanitária | 35 |
| Lavagem de roupas | 22 |
| Chuveiros | 18 |
| Torneiras | 13 |
| Banhos | 10 |
| Lavagem de pratos | 2 |
| Total | 100 |

Fonte: Tomaz (1999, p.6)

Um estudo feito a nível nacional no Japão revelou os seguintes consumos específicos, por habitante, conforme consta na Tabela 3 (AZEVEDO NETTO, 1998):

Tabela 3: Consumo residencial no Japão

| Desagregação do Consumo | Consumo (l/hab.dia) | Frequência (%) |
|--|---------------------|----------------|
| Bebida e lavagem de rosto | 18,5 | 9 |
| Banhos | 48,5 | 23 |
| Preparação de comida, lavagem de pratos e talheres | 37 | 18 |
| Lavagem de roupas | 52,6 | 24 |
| Limpeza de pisos, etc | 7,9 | 4 |
| W.C (descargas) | 39,7 | 19 |
| Lavagem de carros | 2,9 | 1 |
| Outros usos, inclusive jardins | 3,5 | 2 |
| Total | 210,6 | 100 |

Fonte: Azevedo Netto (1998, p. 468)

Na Tabela 4 apresenta dados de consumo doméstico médio para a Dinamarca (TOMAZ, 1999).

Tabela 4: Distribuição de consumo de água por habitante na Dinamarca

| Desagregação do Consumo | Consumo (L/hab. dia) | Frequência (%) |
|---------------------------------------|----------------------|----------------|
| Alimentação | 10 | 5 |
| Banhos | 40 | 20 |
| Higiene pessoal | 20 | 10 |
| Descarga na bacia sanitária | 40 | 20 |
| Lavagem de roupas | 30 | 15 |
| Lavagem de pratos | 40 | 20 |
| Lavagem de carros, jardins, lixo, etc | 20 | 10 |
| Total | 200 | 100 |

Fonte: Tomaz (1999, p.6)

De acordo com Tomaz (1999), o consumo de água doméstico diário por habitante na Dinamarca equivale a 200 L/hab. dia.

Os estudos realizados por Azevedo Netto (1998) e Tomaz (1999), apresentam uma disparidade nos dados de consumo *per capita*, como segue: cidade de Ohio (EUA) e no Japão, o consumo de água *per capita* nas bacias sanitárias equivale a 47% e 19%, respectivamente, do consumo doméstico diário por habitante. Enquanto que nos EUA e na Dinamarca, o consumo nas bacias sanitárias são de 35% e 20%, respectivamente, do consumo doméstico diário por habitante.

2.3 Consumo *per capita*

O consumo *per capita* (qpc) é importante para a obtenção do consumo de uma instalação de abastecimento de água, porque o mesmo define o quanto cada pessoa consome. Esse consumo é imprescindível para fins de projeto de

engenharia, pois se tem a necessidade de saber o volume do reservatório da residência, dimensionar a tubulação de água e esgoto, etc (HELLER, 2006).

O consumo doméstico *per capita* (qpc) é determinado pela equação a seguir (HELLER, 2006):

$$qpc = \frac{X_1 \times 1000}{X_2} \quad \dots(1)$$

Sendo:

qpc: consumo doméstico *per capita*: litros/hab. dia;

X₁: média diária de consumo de água em uma residência unifamiliar (m³/dia);

X₂: número de pessoas abastecidas na residência;

De acordo com Azevedo Netto (1998), no Japão, a autoridade responsável pelo controle dos recursos hídricos considera representativos os seguintes dados médios de consumo, baseados no número de habitantes:

- cidade até 5 000 habitantes: 197 l/hab. dia;
- 50 000 a 100 000: 337 l/hab. dia;
- 250 000 a 500 000: 370 l/hab. dia
- acima de 1 000 000: 448 l/hab. dia;

2.3.1 Diretrizes técnicas de companhias de saneamento

Segundo as diretrizes técnicas da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), o consumo de água *per capita* doméstico para o dimensionamento de projetos de engenharia é de 200 L/hab. dia.

Em outras concessionárias de saneamento do Brasil, os valores de consumo médio *per capita* diário são apresentados a seguir:

- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp):
 - Apartamentos: 200 l/hab. dia;
 - Residências: 150 l/hab. dia;
 - Residências de Luxo: 300 l/hab. dia;

- COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo/RS:

- Residências Unifamiliares: 500 litros (no mínimo para o reservatório);
- Residências multifamiliares: 200 L/hab. dia;

2.3.2 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

O SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é um sistema de informações sobre a prestação de serviços de saneamento do Brasil, contendo um acervo de informações e indicadores relevantes do setor de saneamento. O SNIS é organizado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), ligada ao Ministério das Cidades.

Dentre os indicadores disponibilizados relativos aos serviços de água, esgoto e manejo de resíduos sólidos urbanos, estão: informações operacionais, financeiras, de qualidade e da prestação de serviços.

Os dados de consumo *per capita* doméstico anual (informação operacional), assim como outros referentes ao saneamento básico de cada município brasileiro, podem ser obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades.

Utilizando o SNIS, elaborou-se a Tabela 5, a seguir, com os dados de consumo doméstico de 5 (cinco) cidades brasileiras com menor consumo médio *per capita* e, a Tabela 6, com os 5 (cinco) maiores consumos diários. Os dados consultados referem-se ao ano de 2011.

Tabela 5: Municípios brasileiros com o menor consumo *per capita* diário

| Cidade | Consumo <i>per capita</i> (L/hab. dia) |
|-------------------------|--|
| Bertópolis/MG | 50 |
| Teotônio Vilela/AL | 50,6 |
| Paço Lumiar/MA | 50,6 |
| Cachoeiras de Macacu/RJ | 51,3 |
| Mendes Pimentel/MG | 51,4 |

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6: Municípios brasileiros com o maior consumo *per capita* diário

| Cidade | Consumo <i>per capita</i> (L/hab. dia) |
|------------------------------|--|
| Nova Timboteua/PA | 476 |
| São Gonçalo do Rio Abaixo/MG | 485,9 |
| Mãe D'Água/PB | 499,1 |
| Aguai/SP | 562,1 |
| Nísia Floresta/RN | 597,4 |

Fonte: Elaboração própria

De acordo com os dados contidos na Tabela 5, verifica-se que o consumo *per capita* diário não atinge 50% do valor indicado por Creder (2006), que é de 150 l/hab. dia para residências e 200 l/hab. dia para apartamentos, utilizado para fins de projeto de engenharia. Também difere do consumo recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU), como sendo o mínimo necessário para atender as necessidades básicas do ser humano - 110 l/hab. dia (ISA, 2008).

Quanto as cidades com maior consumo médio *per capita* diário registradas no SNIS (Tabela 6), verifica-se um padrão de consumo distante quando comparado com aqueles de menor consumo em municípios brasileiros, bem como com dados indicados como sendo suficientes pela ONU (110 L/hab. dia) e da literatura.

Desta forma, verifica-se um consumo exagerado ou, também, desperdício que pode estar relacionado com perdas na rede.

2.4 Perdas de Água no Sistema

As perdas de água no sistema podem ser definidas como sendo a diferença entre o volume gerado nas Estações de Tratamento de Água (ETA) e o volume medido nos hidrômetros, ou seja, é o volume produzido que a concessionária deixa de faturar (AZEVEDO NETTO, 1998).

As perdas de água podem ser classificadas em dois tipos, segundo Azevedo Netto (1998):

- perdas físicas: representa o volume de água que não chega para consumo da população. Acontece devido a vazamentos na rede ou falha na operação do sistema
- perdas administrativas ou não físicas: é a água que não é medida pela concessionária, mas é consumida.

As perdas de água no setor de saneamento no Brasil são muito problemáticas, pois a média da porcentagem de perdas é de aproximadamente 40%, sendo que, algumas concessionárias chegam a perder até 60% no faturamento, provocando sua incapacidade de investir e obter financiamentos. Além de tudo, obriga as empresas de saneamento a procurar outros mananciais, gerando danos ao meio ambiente (ABES, 2013).

Devido as perdas de água no sistema, além das empresas deixarem de faturar, ocorre o desperdício da água, que pode vir a faltar futuramente. Muitos

lugares sofrem com a falta de água, portanto é necessário ter maior cuidado na distribuição da mesma.

Para diminuir o desperdício de água, as concessionárias precisam realizar investimentos na manutenção da rede de distribuição para futuramente não haver mais desperdício e aumentar o faturamento.

2.5 Índice de Salubridade Ambiental (ISA)

O Índice de Salubridade Ambiental (ISA) tem por finalidade fornecer informações que permitam auxiliar os gerenciadores e administradores públicos na elaboração do planejamento e políticas públicas, visando à melhoria da qualidade de vida urbana (BAVASTRI; SALBEGO, 2012).

A salubridade ambiental pode ser definida como a qualidade ambiental que tem o objetivo de prevenir doenças que são transmitidas pelo meio ambiente e aprimorar as condições favoráveis à saúde da população urbana e rural (SÃO PAULO, 1999).

De acordo com Almeida et al. (2006), no Estado de São Paulo, o ISA foi elaborado para avaliar a eficácia do Plano Estadual de Saneamento, com o objetivo de contribuir com as normas e os regulamentos decorrentes da Política Estadual de Saneamento.

Para os mesmos autores, com a utilização do ISA, a finalidade é apontar e analisar, de maneira homogênea, as condições de saneamento de cada município. Cabe destacar que o ISA tem a sua principal aplicação em zonas urbanas e/ou de expansão urbana em municípios, pois nas comunidades rurais ficaria prejudicada devido à inexistência da prestação de dados ou dos serviços que são avaliados pelo modelo proposto.

O ISA Alegrete/RS foi realizado para cada bairro da zona urbana do município, demonstrando as condições de salubridade do ambiente. O mesmo foi realizado através de um projeto de extensão desenvolvido pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - campus Alegrete, com apoio do Ministério da Educação (MEC) - (Edital Proext-2011).

A metodologia adotada incluiu a realização de um censo na zona urbana do município, através de questionários específicos, onde foram levantados os seguintes dados: índice sócio-econômico (ISE), índice de infraestrutura da rua (ICR), índice de infraestrutura do domicílio (ICM), índice de atendimento de água (IAA), índice de

esgotamento sanitário (IES), índice de drenagem urbana (IDU), índice de resíduos sólidos (IRS), índice de incidência de vetores (IVE) e, índice de doenças (IDO).

A partir dos índices elencados, foi composta uma equação, onde cada índice recebeu um peso (Tabela 7) e, a partir de então, definiu-se o ISA para cada bairro do município.

Tabela 7: Indicadores ambientais

| Índices | Peso |
|----------|------|
| ISE | 0,05 |
| ICR | 0,15 |
| ICM | 0,05 |
| IAA | 0,15 |
| IES | 0,20 |
| IDU | 0,15 |
| IRS | 0,15 |
| IVE | 0,05 |
| IDO | 0,05 |
| Σ | 1,0 |

Fonte: Elaboração Própria

Os dados também foram organizados por índice, permitindo efetuar uma análise comparativa entre as condições de salubridade em cada bairro. As informações foram armazenadas em um banco de dados do Sistema de Informação Geográfica - SIG ArcGIS, sendo possível a visualização dos dados através de mapas temáticos (BAVASTRI; SALBEGO, 2012).

O mapa temático é criado a partir da necessidade do planejador obter uma resposta a partir da combinação de informações conhecidas. Diferentes mapas temáticos podem ser adicionados para auxiliar uma tomada de decisão específica, da mesma maneira que mapas temáticos iguais, gerados com certa frequência podem se constituir em ferramentas indispensáveis ao monitoramento dos resultados de uma decisão já tomada (ANTUNES LOPES, Luiz; ANTUNES LOPES, Eleodoro, 2007).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente estudo consistiu nas seguintes etapas:

3.1 Caracterização do consumo de água doméstico por domicílio na cidade de Alegrete

3.1.1 Obtenção de dados de consumo de água doméstico: censo

- a) A caracterização dos dados de consumo de água doméstico foi realizada através de censo, com base em informações operacionais disponibilizadas pela concessionária de serviços de saneamento local – CORSAN. As informações de consumo incluem o período de março a agosto de 2014, contendo os seguintes campos: nome da rua/ avenida, número da residência e o consumo ($m^3/mês$). Os dados foram organizados em planilha eletrônica.
- b) O número médio de habitantes por domicílio, necessário para a determinação do consumo de água doméstico *per capita*, baseou-se em levantamento realizado *in loco* no projeto ISA.
- c) Tabulação dos dados: os dados de consumo médio de água doméstico *per capita* foram agregados por bairro, unidade espacial adotada no presente estudo, utilizando-se planilha eletrônica. Estes dados foram vinculados à referência espacial – limite dos bairros, compondo os atributos. Para esta etapa, utilizou-se o aplicativo computacional de geoprocessamento ArcGis, versão educacional.

3.1.2 Espacialização dos dados de consumo médio de água doméstico *per capita*

Para a espacialização dos dados de consumo médio de água doméstico *per capita* e, posterior elaboração de mapas temáticos, utilizou-se o aplicativo computacional de geoprocessamento ArcGis, versão educacional.

- a) Elaboração da base cartográfica: para a elaboração dos mapas temáticos do estudo, utilizou-se como base cartográfica os arquivos vetoriais: limite dos

bairros e da zona urbana, hidrografia e rede viária, referenciados ao sistema de coordenadas UTM, datum SIRGAS2000, Zona 21S. Essas bases são provenientes do mapa da zona urbana da cidade de Alegrete (limite dos bairros e da zona urbana) e da base cartográfica georreferenciada do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000 (hidrografia e rede viária).

- b) Estruturação de um banco de dados espacial: consumo médio de água doméstico *per capita* vinculado a referência espacial – limite dos bairros, compondo os atributos.
- c) Elaboração de mapa temático contendo a classificação do consumo de água doméstico da cidade, por bairro. Os dados de consumo de água foram agrupados em intervalos de classe, de modo a se ter uma melhor compreensão do padrão de variabilidade no contexto da zona urbana. A definição do número de classes (NC) baseou-se na expressão proposta por Kottegoda e Rosso (1977), sugerindo que NC pode ser aproximado pelo número inteiro mais próximo de \sqrt{N} , onde N representa o tamanho da amostra. Após a definição do NC, foi determinado a amplitude de cada agrupamento, com base na informação relativa ao maior e menor consumo de água por bairro.

3.1.3 Análise dos dados de consumo médio de água doméstico *per capita*

- a) Realizar uma análise comparativa (média e desvio padrão) entre os dados de consumo médio de água doméstico *per capita* obtido no levantamento com os indicados pela literatura, companhias de saneamento e plataforma SNIS;
- b) Realização de análise estatística

Para a realização da análise estatística utilizou-se as ferramentas do Microsoft Excel para a determinação do coeficiente de correlação linear, entre os parâmetros a seguir. A análise foi efetuada utilizando-se a média de

consumo de água *per capita* por bairro (q_{pc_B}), assim como os indicadores ISE, IAA e ISA_{pond} .

- 'consumo médio de água doméstico *per capita*' x 'ISE'
- 'consumo médio de água doméstico *per capita*' x 'IAA'
- 'consumo médio de água doméstico *per capita*' x ' ISA_{pond} '

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados obtidos

4.1.1 Dados do censo

Nesse estudo utilizaram-se os dados da concessionária de serviços de saneamento local - CORSAN. Foram disponibilizados 23.382 (vinte e três mil, trezentos e oitenta e dois) endereços de Alegrete/RS, contendo nome da rua/avenida, número da residência e o consumo em m³/mês referente ao período de março a agosto de 2014.

Verificou-se consumo de água igual a 0 (zero) em 2.360 (dois mil trezentos e sessenta) habitações, caracterizando residências não habitadas. Esses dados foram excluídos das demais análises de consumo *per capita* por bairro.

Para realização das análises, foi necessário fazer uma pesquisa para encontrar o bairro que cada endereço está situado, pois necessita a separação dos dados de consumo por bairro para fazer à média e desvio padrão.

A média de habitantes por residência/bairro foi definido utilizando-se dados do projeto ISA, desenvolvido através da Unipampa, na cidade de Alegrete.

O projeto ISA determinou os indicadores para 63 bairros da cidade de Alegrete/RS, sendo que para o bairro Santo Antônio, a média não foi necessária para a utilização do consumo *per capita* diário, pois o mesmo não contém nenhum endereço nos dados disponibilizados pela CORSAN.

Verificou-se que o referido projeto não obteve informações do número de habitantes por moradia, para 11 bairros, sendo: Anita Garibaldi, Atlântida, Balneário Caverá, Canjiqueira, Capão do Angico, Centenário, Pedreiras, Porto dos Aguateiros, Promorar, Santos Dumont e Tancredo Neves. Por último, o bairro Saudade contém informações incompletas sobre os moradores.

Desta forma, para estes bairros sem dados de população, foi adotado a média de habitantes utilizada pela CORSAN, que é de 3,3 habitantes/residência.

Verifica-se que para 5 (cinco) bairros, o consumo é nulo, tendo em vista que a concessionária de serviços não disponibilizou dados de consumo para endereços contidos nestes bairros, portanto nos dados disponibilizados pelo ISA, não terá a média de consumo *per capita* e conseqüentemente desvio padrão. Os 5 (cinco)

bairros citados são: Alberto Grande, Fronteira Oeste, Osvaldo Aranha, Projetado e Santo Antônio.

Constatou-se que em 82,36% dos endereços disponibilizados, o consumo variou de 1 (um) a 20 (vinte) m³/mês. Vale ressaltar que 638 domicílios tem consumo de 1 (um) m³/mês. Os registros de consumo de 1 (um) m³/mês podem ser originário de habitações onde não residem pessoas ou por se tratarem de ligações provisórias, entre outros fatores.

Os resultados de consumo médio de água *per capita* e desvio padrão foram obtidos com os dados de consumo que registraram de 5 a 25 m³/mês, respectivamente.

Para os dados de consumo superiores a 25 m³/mês foram dispensados da análise, tendo em vista que o estudo restringe-se ao consumo doméstico de habitações unifamiliares, excluindo as multifamiliares, estabelecimentos comerciais e industriais.

4.1.2 Número médio de habitantes por domicílio

A Tabela 8 apresenta a listagem dos bairros com a média de habitantes/domicílio obtidas no projeto ISA-Alegrete.

Tabela 8: Média de habitantes por domicílio

| Bairro | Número de domicílios | Número total de pessoas | Média de habitantes/domicílio |
|----------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Airton Senna | 33 | 120 | 3,64 |
| Assumpção | 36 | 154 | 3,35 |
| Boa Vista | 82 | 307 | 3,74 |
| Canudos | 71 | 276 | 3,89 |
| Centro | 332 | 1026 | 3,09 |
| Cidade Alta | 98 | 299 | 3,05 |
| Doutor Romário | 75 | 261 | 3,48 |
| Emílio Zuñeda | 35 | 111 | 3,17 |
| Favila | 38 | 108 | 2,84 |
| Fenix | 6 | 25 | 4,17 |
| Gamino | 21 | 78 | 3,71 |
| Getúlio Vargas | 41 | 132 | 3,22 |
| Honório Lemes | 20 | 75 | 3,75 |
| Ibirapuitã | 114 | 356 | 3,12 |
| Independência | 13 | 44 | 3,38 |
| Izabel | 34 | 118 | 3,47 |

Continua...

...Continuação

| Bairro | Número de domicílios | Número total de pessoas | Média de habitantes/domicílio |
|------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Jardim Planalto | 11 | 37 | 3,36 |
| Joaquim Fonseca Milano | 107 | 275 | 2,57 |
| José de Abreu | 23 | 83 | 3,61 |
| Kenedy | 7 | 19 | 2,71 |
| Lara | 13 | 41 | 3,15 |
| Liberdade | 9 | 38 | 4,22 |
| Macedo | 60 | 230 | 3,83 |
| Medianeira | 26 | 93 | 3,58 |
| N Sra C. Aparecida | 50 | 185 | 3,7 |
| Nova Brasília | 95 | 329 | 3,46 |
| Novo Lar | 54 | 99 | 1,83 |
| Olhos D Água de Natal | 23 | 66 | 2,87 |
| Palma | 22 | 48 | 2,18 |
| Piola | 38 | 154 | 4,05 |
| Praça da Lagoa | 18 | 56 | 3,11 |
| Prado | 27 | 103 | 3,81 |
| Progresso | 81 | 274 | 3,38 |
| Renascer | 14 | 55 | 3,93 |
| Restinga | 20 | 61 | 3,05 |
| Rui Ramos | 60 | 188 | 3,13 |
| Saint Pastous | 120 | 411 | 3,43 |
| Santo Antônio | 47 | 161 | 3,43 |
| São João | 24 | 86 | 3,58 |
| Segabinazzi | 79 | 293 | 3,71 |
| Sepe Tiaraju | 129 | 519 | 4,02 |
| Ulysses Guimarães | 13 | 40 | 3,08 |
| Vera Cruz | 5 | 17 | 3,40 |
| Vila Grande | 28 | 113 | 4,04 |
| Vila Militar | 12 | 40 | 3,33 |
| Vila Nova | 190 | 598 | 3,15 |

Fonte: Elaboração Própria

Com base nos dados contidos na Tabela 8, verifica-se que a média de habitantes/ domicílio variou de 1,83 a 4,22.

4.1.3 Dados de consumo agregados por bairro

A Tabela 9 apresenta os dados de consumo médio de água *per capita*, utilizando dados de consumo de água com intervalo de 5 a 25 m³/mês obtidos no estudo. O consumo de cada habitação foi dividido pelo média de habitantes/domicílio, obtidos na Tabela 8 e depois foi realizada a média do consumo *per capita* por bairro.

Tabela 9: Consumo médio de água *per capita*

| Id | Bairro | Consumo médio de água <i>per capita</i> (litros.hab/dia) | Id | Bairro | Consumo médio de água <i>per capita</i> (litros.hab/dia) |
|----|------------------------|--|----|-----------------------|--|
| 1 | Airton Senna | 89 | 33 | Medianeira | 99 |
| 2 | Alberto Grande | 0 | 34 | N. Sra C. Aparecida | 89 |
| 3 | Anita Garibaldi | 105 | 35 | Nova Brasília | 100 |
| 4 | Assumpção | 110 | 36 | Novo Lar | 190 |
| 5 | Atlântida | 118 | 37 | Olhos D Água de Natal | 118 |
| 6 | Balneário Caverá | 112 | 38 | Oswaldo Aranha | 0 |
| 7 | Boa Vista | 97 | 39 | Palma | 165 |
| 8 | Canjiqueira | 129 | 40 | Pedreiras | 107 |
| 9 | Canudos | 102 | 41 | Piola | 90 |
| 10 | Capão do Angico | 106 | 42 | Porto dos Aguateiros | 103 |
| 11 | Centenário | 107 | 43 | Praça da Lagoa | 102 |
| 12 | Centro | 128 | 44 | Prado | 91 |
| 13 | Cidade Alta | 126 | 45 | Progresso | 104 |
| 14 | Doutor Romario | 101 | 46 | Projetado | 0 |
| 15 | Emilio Zuñeda | 119 | 47 | Promorar | 106 |
| 16 | Favila | 119 | 48 | Renascer | 74 |
| 17 | Fênix | 87 | 49 | Restinga | 119 |
| 18 | Fronteira Oeste | 0 | 50 | Rui Ramos | 122 |
| 19 | Gamino | 90 | 51 | Saint Pastous | 93 |
| 20 | Getúlio Vargas | 104 | 52 | Santo Antonio | 0 |
| 21 | Honório Lemes | 95 | 53 | Santos Dumont | 93 |
| 22 | Ibirapuitã | 115 | 54 | São João | 101 |
| 23 | Independência | 117 | 55 | Saudade | 123 |
| 24 | Ines | 136 | 56 | Segabinazzi | 92 |
| 25 | Izabel | 104 | 57 | Sepe Tiarajú | 89 |
| 26 | Jardim Planalto | 107 | 58 | Tancredo Neves | 114 |
| 27 | Joaquim Fonseca Milano | 151 | 59 | Ulysses Guimarães | 96 |
| 28 | Jose de Abreu | 90 | 60 | Vera Cruz | 109 |
| 29 | Kenedy | 141 | 61 | Vila Grande | 91 |
| 30 | Lara | 119 | 62 | Vila Militar | 112 |
| 31 | Liberdade | 82 | 63 | Vila Nova | 123 |
| 32 | Macedo | 97 | | | |

Fonte: Elaboração Própria

4.2 Espacialização dos dados

Informações espacializadas têm por função principal representar as faixas de consumo médio de água *per capita*, transformando o espaço físico analisado em um elemento de análise espacial de dados. A partir de um conjunto de classes definidos, os mapas temáticos podem ser utilizados para representar temas específicos e representativos para apoio aos processos de análise espacial.

No presente estudo, para o agrupamento do consumo de água doméstico da zona urbana de Alegrete, primeiramente definiu-se o número de classes, onde $N=63$, relativo ao número de bairros. Desta forma, $NC=7,93$, adotando então $NC=8$. A amplitude varia de 74 a 190 litros/hab.dia. Considerando a amplitude dos dados e o número de classes definido, o intervalo entre as classes é de 14,50 litros/hab.dia, conforme indicado na Tabela 10 e Figura 1.

Tabela 10: Faixa de consumo médio de água *per capita*

| Faixa de consumo (l/hab.dia) | Frequência (%) | Número de bairros |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| 74,00 – 88,50 | 5,17 | 3 |
| 88,51 – 103,00 | 37,93 | 22 |
| 103,01 – 117,50 | 27,59 | 16 |
| 117,51 – 132,00 | 20,69 | 12 |
| 132,01 – 146,50 | 3,45 | 2 |
| 145,51 – 161,00 | 1,72 | 1 |
| 161,01 – 175,50 | 1,72 | 1 |
| 175,51 – 190,00 | 1,72 | 1 |
| Total | 100 | 58 |

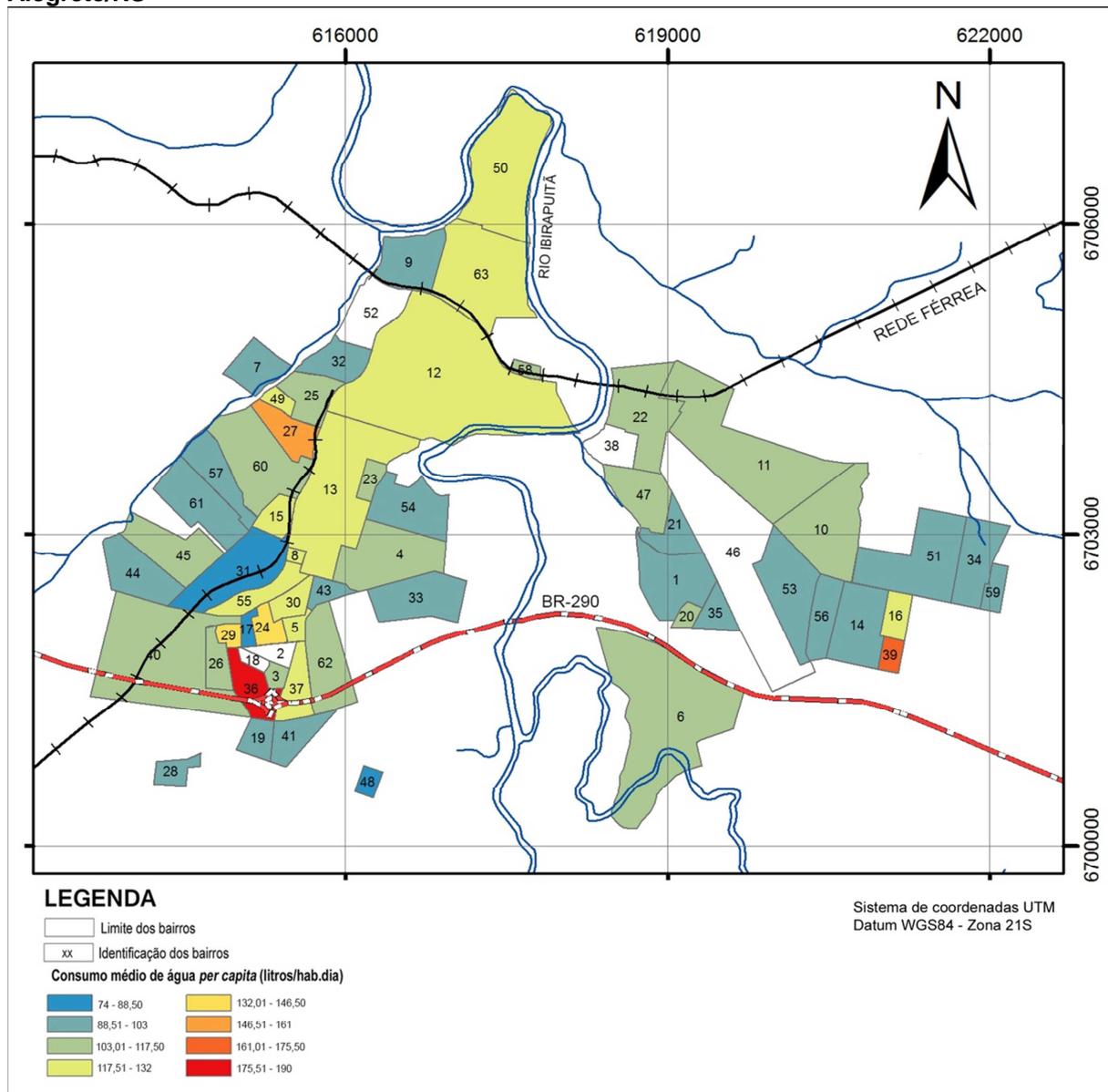
Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a Tabela 10, a faixa de consumo médio de água *per capita* com maior expressividade esta entre 88,51 a 103,00 l/hab.dia, contendo 22 bairros, seguida da faixa que esta entre 103,01 a 117,50 l/hab.dia, que contempla 16 bairros da zona urbana de Alegrete/RS.

Realizando a análise com a variação de 88,51 a 132,00 l/hab.dia (3 classes de consumo), verificou-se que 86,21% dos bairros da zona urbana de Alegrete/RS encontram-se nesse intervalo, determinando o mesmo com a maioria dos bairros.

A Figura 1 apresenta o mapa temático do ‘consumo médio de água *per capita*’ da zona urbana do município de Alegrete/RS, classificado por bairro. Os bairros estão identificados pelo “Id”, constantes na Tabela 9. A classificação foi efetuada em 8 (oito) intervalos de consumo.

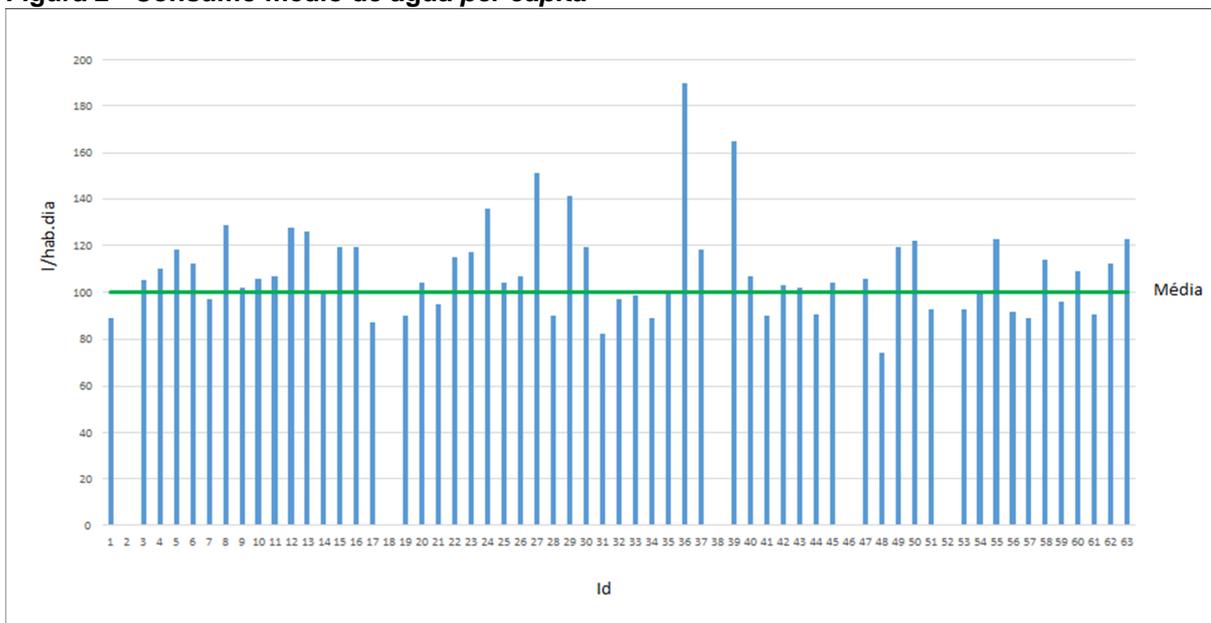
Figura 1 - Espacialização do consumo médio de água *per capita* por bairro, no município de Alegrete/RS



Fonte: Elaboração Própria

Com base na Figura 1, observa-se que os bairros com os maiores consumos *per capita* de água estão em regiões distintas da cidade de Alegrete/RS, portanto não há como caracterizar as regiões da cidade pelo consumo médio de água *per capita*, pois não há como definir qual região da cidade tem consumo maior ou menor, tendo em vista a heterogeneidade espacial das diversas características que influenciam no consumo. As outras classes de consumo também tem a mesma análise.

A Figura 2 apresenta o consumo médio de água *per capita*, identificado pelo "Id" de cada bairro.

Figura 2 - Consumo médio de água *per capita*

Fonte: Elaboração Própria

4.3 Análise dos dados de consumo médio de água *per capita*

Analisando os dados de consumo médio *per capita* disponibilizado pelo SNIS, destaca-se que é considerado o consumo total da cidade, incluindo o uso nas atividades doméstica, pública, industrial e comercial. Portanto, o consumo é obtido através da divisão entre o consumo e a população da cidade (obtida pelo IBGE). Desta forma, a definição do consumo médio de água *per capita* de uma habitação unifamiliar, objeto do presente estudo, fica descaracterizado.

O consumo *per capita* mais recente disponibilizado pelo SNIS para a cidade de Alegrete/RS, referente ao ano de 2012, é de 119,9 l/hab.dia. Comparando esse valor com os da Tabela 9, verifica-se que para projetos de engenharia, teria que levar em consideração o que cada bairro consome, e não a média fornecida pelo SNIS.

Já, a CORSAN estipula 200 l/hab.dia para projetos de engenharia, portanto como a média de consumo mais alto na Tabela 9 marca 190 l/hab.dia, então está correta essa estimativa, mas cabe ressaltar que tem bairros que não há necessidade de ter 200 l/hab.dia.

A Tabela 11 apresenta o desvio padrão do consumo médio de água *per capita* citado na Tabela 9. Os bairros que tem consumo médio de água *per capita* e desvio padrão igual a 0 (zero) não constam na Tabela 11.

Tabela 11: Desvio Padrão do consumo médio de água *per capita*

| Bairro | Desvio Padrão | Bairro | Desvio Padrão |
|------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Airton Senna | 34 | Macedo | 42 |
| Anita Garibaldi | 45 | Medianeira | 37 |
| Assumpção | 46 | N. Sra C. Aparecida | 35 |
| Atlântida | 47 | Nova Brasília | 42 |
| Balneário Caverá | 42 | Novo Lar | 76 |
| Boa Vista | 38 | Olhos D Água de Natal | 86 |
| Canjiqueira | 55 | Palma | 68 |
| Canudos | 42 | Pedreiras | 49 |
| Capão do Angico | 44 | Piola | 36 |
| Centenário | 49 | Porto dos Aguateiros | 39 |
| Centro | 56 | Praça da Lagoa | 37 |
| Cidade Alta | 55 | Prado | 36 |
| Doutor Romario | 42 | Progresso | 44 |
| Emílio Zuñeda | 51 | Promorar | 46 |
| Favila | 43 | Renascer | 35 |
| Fênix | 33 | Restinga | 52 |
| Gamino | 37 | Rui Ramos | 45 |
| Getúlio Vargas | 37 | Saint Pastous | 38 |
| Honório Lemes | 39 | Santos Dumont | 39 |
| Ibirapuitã | 49 | São João | 45 |
| Independência | 49 | Saudade | 44 |
| Ines | 56 | Segabinazzi | 38 |
| Izabel | 47 | Sepe Tiarajú | 32 |
| Jardim Planalto | 41 | Tancredo Neves | 52 |
| Joaquim Fonseca Milano | 66 | Ulysses Guimarães | 40 |
| Jose de Abreu | 37 | Vera Cruz | 46 |
| Kenedy | 59 | Vila Grande | 40 |
| Lara | 48 | Vila Militar | 41 |
| Liberdade | 36 | Vila Nova | 55 |

Fonte: Elaboração Própria

O desvio padrão do consumo médio de água *per capita* mostrou variação de 32 a 86. A Tabela 12 apresenta a frequência para cada faixa de desvio padrão do consumo médio de água *per capita*, considerando 8 (oito) intervalos iguais.

Tabela 12: Faixa de desvio padrão do consumo médio de água *per capita*

| Faixa de Desvio Padrão (l/hab.dia) | Frequência (%) | Número de bairros |
|------------------------------------|----------------|-------------------|
| 32,00 – 38,75 | 27,59 | 16 |
| 38,76 – 45,50 | 32,76 | 19 |
| 45,51 – 52,25 | 22,41 | 13 |
| 52,26 – 59,00 | 10,34 | 6 |
| 59,01 – 65,75 | 0,00 | 0 |
| 65,76 – 72,50 | 3,45 | 2 |
| 72,51 – 79,25 | 1,72 | 1 |
| 79,26 - 86 | 1,72 | 1 |
| Total | 100 | 58 |

Fonte: Elaboração Própria

Analisando o desvio padrão do consumo (Tabela 12), verificou-se que a faixa de desvio padrão do consumo com maior expressividade esta entre 38,76 a 45,50 l/hab.dia, onde se concentra 19 bairros, seguida do intervalo entre 32,00 a 38,75 l/hab.dia, contendo 16 bairros.

É importante destacar que, 82,76% dos bairros tem o desvio padrão de consumo entre a faixa de 32,00 a 52,25 l/hab.dia, caracterizando a maioria dos bairros da zona urbana de Alegrete/RS.

A Tabela 13 contém os dados de ‘consumo médio de água *per capita*’, ‘Índice de Socioeconômico (ISE)’, ‘Índice de Atendimento de Água (IAA)’ e ‘Índice de Salubridade Ambiental ponderado (ISA pond)’. Os indicadores ISE, IAA e ISApond são oriundos do projeto ISA-Alegrete.

Tabela 13: Consumo médio de água *per capita*, ISE, IAA e ISApond, por bairro – município de Alegrete/RS.

| Bairro | Consumo médio de água <i>per capita</i> (litros.hab/dia) | ISE | IAA | ISA pond |
|------------------|---|-----|-----|----------|
| Airton Senna | 89 | 63 | 28 | 40,4 |
| Anita Garibaldi | 105 | 53 | 32 | 50,7 |
| Assumpção | 110 | 45 | 65 | 65,6 |
| Atlantida | 118 | 33 | 65 | 70 |
| Balneário Caverá | 112 | 60 | 70 | 61,9 |
| Boa Vista | 97 | 52 | 61 | 67,5 |
| Canjiqueira | 129 | 38 | 62 | 66 |
| Canudos | 102 | 55 | 55 | 58,5 |
| Capão do Angico | 106 | 18 | 40 | 40,8 |
| Centenário | 107 | 17 | 40 | 41,9 |
| Centro | 128 | 70 | 66 | 76 |
| Cidade Alta | 126 | 55 | 65 | 76 |
| Doutor Romario | 101 | 68 | 36 | 58,9 |
| Emílio Zuñeda | 119 | 56 | 61 | 62,6 |

Continua...

...Continuação

| Bairro | Consumo médio de água <i>per capita</i> (litros.hab/dia) | ISE | IAA | ISA pond |
|------------------------|---|-----|-----|----------|
| Favila | 119 | 69 | 38 | 59,9 |
| Fênix | 87 | 32 | 65 | 69,6 |
| Gamino | 90 | 35 | 65 | 42,6 |
| Getúlio Vargas | 104 | 61 | 24 | 47 |
| Honório Lemes | 95 | 50 | 33 | 48,4 |
| Ibirapuitã | 115 | 51 | 60 | 61,2 |
| Independência | 117 | 38 | 62 | 66,3 |
| Ines | 136 | 34 | 85 | 70,8 |
| Izabel | 104 | 52 | 37 | 66,2 |
| Jardim Planalto | 107 | 52 | 51 | 56,9 |
| Joaquim Fonseca Milano | 151 | 44 | 49 | 56,4 |
| Jose de Abreu | 90 | 40 | 36 | 43,5 |
| Kenedy | 141 | 51 | 50 | 55,7 |
| Lara | 119 | 34 | 65 | 70,9 |
| Liberdade | 82 | 38 | 59 | 62 |
| Macedo | 97 | 39 | 58 | 53,2 |
| Medianeira | 99 | 43 | 37 | 47,3 |
| N. Sra C. Aparecida | 89 | 47 | 29 | 43,8 |
| Nova Brasília | 100 | 53 | 29 | 61,1 |
| Novo Lar | 190 | 54 | 32 | 51 |
| Olhos D Água de Natal | 118 | 53 | 63 | 60,1 |
| Palma | 165 | 73 | 45 | 56,1 |
| Pedreiras | 107 | 51 | 50 | 55,1 |
| Piola | 90 | 27 | 53 | 49,1 |
| Porto dos Aguateiros | 103 | 52 | 65 | 60,9 |
| Praça da Lagoa | 102 | 44 | 64 | 64,2 |
| Prado | 91 | 61 | 47 | 52,2 |
| Progresso | 104 | 60 | 46 | 51,6 |
| Promorar | 106 | 17 | 41 | 40,9 |
| Renascer | 74 | 28 | 67 | 40,3 |
| Restinga | 119 | 52 | 38 | 67,6 |
| Rui Ramos | 122 | 45 | 40 | 55,8 |
| Saint Pastous | 93 | 18 | 40 | 40,6 |
| Santos Dumont | 93 | 19 | 40 | 40,3 |
| São João | 101 | 71 | 58 | 54,8 |
| Saudade | 123 | 37 | 57 | 60,7 |
| Segabinazzi | 92 | 19 | 42 | 41,7 |
| Sepe Tiarajú | 89 | 57 | 48 | 45,1 |
| Tancredo Neves | 114 | 17 | 39 | 35,1 |
| Ulysses Guimarães | 96 | 48 | 33 | 44,1 |
| Vera Cruz | 109 | 55 | 67 | 67,8 |
| Vila Grande | 91 | 65 | 51 | 60,7 |
| Vila Militar | 112 | 68 | 66 | 75,9 |
| Vila Nova | 123 | 52 | 55 | 69,6 |

Fonte: Elaboração Própria

Com base nos dados da Tabela 13, foi realizada a correlação linear de *Pearson*, sendo obtidos os resultados apresentados a seguir:

- 'média de consumo de água *per capita*' x 'ISE': 0,238
- 'média de consumo de água *per capita*' x 'IAA': 0,118
- 'média de consumo de água *per capita*' x 'ISA pond': 0,348

Após a obtenção dos resultados de correlação linear, constatou-se que a correlação entre a 'média de consumo de água *per capita* x ISE' foi de 0,238, portanto caracteriza-se como correlação positiva, mas como está próxima de 0 (zero), pode não haver relação linear. As análises com 'média de consumo de água *per capita* x IAA' e 'média de consumo de água *per capita* x ISA pond', mesmo tendo resultados diferentes da 'média do consumo de água *per capita* x ISE', também se caracterizam como correlação positiva, mas está mais próximo de 0 (zero) do que de 1 (um).

A Tabela 14 apresenta a média de consumo de água *per capita* obtida com a média de população/bairro definida pelo projeto ISA, média de consumo de água *per capita* obtida pela média de população/bairro utilizada pela CORSAN e o consumo de água *per capita* utilizado para elaboração de projetos de engenharia. Os bairros Anita Garibaldi, Atlântida, Balneário Caverá, Canjiqueira, Capão do Angico, Centenário, Pedreiras, Porto dos Aguateiros, Promorar, Santos Dumont e Tancredo Neves não contém média de população/bairro definida pelo projeto ISA. Por último, o bairro Saudade contém informações incompletas sobre os moradores. Portanto, os 12 (doze) bairros citados anteriormente só tem consumo médio de água *per capita* calculado utilizando a média de população/bairro utilizada pela CORSAN.

Tabela 14: Dados de população do ISA e CORSAN, média de consumo de água *per capita* com base na população do ISA e CORSAN e consumo *per capita* estipulado pela CORSAN para projetos de engenharia.

| Bairro | População ISA | População CORSAN | Média de consumo de água <i>per capita</i> (l/hab.dia) – Pop. ISA | Média de consumo de água <i>per capita</i> (l/hab.dia) – Pop. CORSAN | Consumo per <i>capita</i> CORSAN (l/hab.dia) |
|------------------------|------------------|---------------------|---|---|---|
| Airton Senna | 3,64 | 3,3 | 89 | 98 | 200 |
| Anita Garibaldi | - | 3,3 | - | 105 | 200 |
| Assumpção | 3,35 | 3,3 | 110 | 111 | 200 |
| Atlantida | - | 3,3 | - | 118 | 200 |
| Balneário Caverá | - | 3,3 | - | 112 | 200 |
| Boa Vista | 3,74 | 3,3 | 97 | 110 | 200 |
| Canjiqueira | - | 3,3 | - | 129 | 200 |
| Canudos | 3,89 | 3,3 | 102 | 120 | 200 |
| Capão do Angico | - | 3,3 | - | 106 | 200 |
| Centenário | - | 3,3 | - | 107 | 200 |
| Centro | 3,09 | 3,3 | 128 | 120 | 200 |
| Cidade Alta | 3,05 | 3,3 | 126 | 116 | 200 |
| Doutor Romario | 3,48 | 3,3 | 101 | 106 | 200 |
| Emilio Zuñeda | 3,17 | 3,3 | 119 | 114 | 200 |
| Favila | 2,84 | 3,3 | 119 | 102 | 200 |
| Fênix | 4,17 | 3,3 | 87 | 110 | 200 |
| Gamino | 3,71 | 3,3 | 90 | 101 | 200 |
| Getúlio Vargas | 3,22 | 3,3 | 104 | 102 | 200 |
| Honório Lemes | 3,75 | 3,3 | 95 | 108 | 200 |
| Ibirapuitã | 3,12 | 3,3 | 115 | 109 | 200 |
| Independência | 3,38 | 3,3 | 117 | 120 | 200 |
| Ines | 2,78 | 3,3 | 136 | 115 | 200 |
| Izabel | 3,47 | 3,3 | 104 | 110 | 200 |
| Jardim Planalto | 3,36 | 3,3 | 107 | 109 | 200 |
| Joaquim Fonseca Milano | 2,57 | 3,3 | 151 | 117 | 200 |
| Jose de Abreu | 3,61 | 3,3 | 90 | 99 | 200 |
| Kenedy | 2,71 | 3,3 | 141 | 116 | 200 |
| Lara | 3,15 | 3,3 | 119 | 113 | 200 |
| Liberdade | 4,22 | 3,3 | 82 | 104 | 200 |
| Macedo | 3,83 | 3,3 | 97 | 113 | 200 |
| Medianeira | 3,58 | 3,3 | 99 | 108 | 200 |
| N. Sra C. Aparecida | 3,7 | 3,3 | 89 | 100 | 200 |
| Nova Brasília | 3,46 | 3,3 | 100 | 104 | 200 |
| Novo Lar | 1,83 | 3,3 | 190 | 105 | 200 |
| Olhos D Água de Natal | 2,87 | 3,3 | 118 | 103 | 200 |
| Palma | 2,18 | 3,3 | 165 | 109 | 200 |
| Pedreiras | - | 3,3 | - | 107 | 200 |
| Piola | 4,05 | 3,3 | 90 | 111 | 200 |
| Porto dos Aguateiros | - | 3,3 | - | 103 | 200 |
| Praça da Lagoa | 3,11 | 3,3 | 102 | 96 | 200 |
| Prado | 3,81 | 3,3 | 91 | 105 | 200 |
| Progresso | 3,38 | 3,3 | 104 | 107 | 200 |
| Promorar | - | 3,3 | - | 106 | 200 |

Continua...

...Continuação

| Bairro | População ISA | População CORSAN | Média de consumo de água <i>per capita</i> (l/hab.dia) – Pop. ISA | Média de consumo de água <i>per capita</i> (l/hab.dia) – Pop. CORSAN | Consumo <i>per capita</i> CORSAN (l/hab.dia) |
|-------------------|------------------|---------------------|---|---|--|
| Renascer | 3,93 | 3,3 | 74 | 88 | 200 |
| Restinga | 3,05 | 3,3 | 119 | 110 | 200 |
| Rui Ramos | 3,13 | 3,3 | 122 | 116 | 200 |
| Saint Pastous | 3,43 | 3,3 | 93 | 97 | 200 |
| Santos Dumont | - | 3,3 | - | 93 | 200 |
| São João | 3,58 | 3,3 | 101 | 110 | 200 |
| Saudade | - | 3,3 | - | 123 | 200 |
| Segabinazzi | 3,71 | 3,3 | 92 | 103 | 200 |
| Sepe Tiarajú | 4,02 | 3,3 | 89 | 108 | 200 |
| Tancredo Neves | - | 3,3 | - | 114 | 200 |
| Ulysses Guimarães | 3,08 | 3,3 | 96 | 90 | 200 |
| Vera Cruz | 3,4 | 3,3 | 109 | 112 | 200 |
| Vila Grande | 4,04 | 3,3 | 91 | 112 | 200 |
| Vila Militar | 3,33 | 3,3 | 112 | 113 | 200 |
| Vila Nova | 3,15 | 3,3 | 123 | 117 | 200 |

Fonte: Elaboração Própria

Com os dados de consumo médio *per capita* obtido na Tabela 14, verificou-se que, fazendo a comparação dos dados de consumo de água *per capita* (l/hab.dia) – população ISA com a média de consumo *per capita* utilizada pela CORSAN para projetos de engenharia (200 l/hab.dia), só os bairros Kennedy (141 l/hab.dia), Joaquim Fonseca Milano (151 l/hab.dia), Palma (165 l/hab.dia) e Novo Lar (190 l/hab.dia) se aproximam de 200 l/hab.dia.

Analisando a média de consumo de água *per capita* (l/hab.dia) – população CORSAN com a média de consumo *per capita* utilizada pela CORSAN para projetos de engenharia (200 l/hab.dia) verificou-se o bairro Canjiqueira com média de consumo de água *per capita* – população CORSAN igual a 129 l/hab.dia como o bairro com o consumo médio *per capita* mais próximo dos 200 l/hab.dia.

Por último, comparando a média de consumo de água *per capita* (l/hab.dia) – população ISA com a média de consumo de água *per capita* (l/hab.dia) – população CORSAN verifica-se que a média de população/bairro influencia no consumo *per capita*, pois a média de população/bairro do projeto ISA difere da média de população/bairro CORSAN. Portanto, não segue um padrão definido, pois em alguns bairros a média do projeto ISA é maior que o da CORSAN e vice e versa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que a média de consumo de água *per capita* para os diferentes bairros que compõem a zona urbana do município de Alegrete/RS diferem, variando de 74 a 190 litros/hab.dia, tendo em vista as diferentes características que influenciam no consumo.

Em relação à análise espacial do consumo médio de água *per capita* por bairro, observa-se não haver uma homogeneidade.

Quanto aos dados de consumo de água *per capita* indicados pela literatura, SNIS e companhias de saneamento, verifica-se que tais dados não refletem a realidade local. No presente estudo, verifica-se que a utilização de dados de consumo per capita da companhia de saneamento local – CORSAN, equivalente a 200 litros/hab.dia, estaria superestimado, pois conforme dados obtidos, dos 63 bairros em que foram levantados dados, apenas em 1 bairro a média per capita de consumo aproxima-se deste valor – 190 l/hab.dia.

Com relação à média de consumo *per capita* indicada pelo SNIS, equivalente a 119,90 litros/hab.dia, verifica-se que um sistema poderia estar sub ou superestimado, tendo em vista a variabilidade observada para os bairros, de 74 a 190 litros/hab.dia.

Em relação aos dados de consumo *per capita* indicados pela literatura para diferentes cidades no mundo, considera-se a utilização inadequada para o dimensionamento de obras de engenharia, pois cada região possui características diferenciadas influenciadas pelas condições climáticas e hábitos da população, fato este certificado após a caracterização do consumo para os diferentes bairros do município de Alegrete/RS.

Quanto às recomendações da ONU, onde estipula que para as necessidades básicas do ser humano são necessários o volume de 110 litros/hab.dia, verifica-se que em 63,50% dos bairros de Alegrete, a média de consumo *per capita* é inferior a esta recomendação.

Em relação aos dados disponibilizados pela concessionária de serviços local, foram encontradas algumas dificuldades, conforme a seguir descrito:

- os dados de consumo das habitações fornecidos englobam apenas o período de março a agosto/2014, impedindo a caracterização do consumo por estação do ano, bem como a identificação da variabilidade em diferentes anos;

- os dados de consumo das habitações foram identificados apenas pelo endereço, não incluindo o bairro e o tipo de usuário (doméstico, público, comercial ou industrial). Desta forma, foi necessário identificar, através do endereço, o bairro para cada consumidor. Quanto ao tipo de usuário, efetuou-se um estudo de consumo, que variou de 0 a 3.115 m³, onde se optou por excluir usuários com consumo inferior a 5 m³/mês - por tratar-se de consumos desprezíveis e, superior a 25 m³/mês, por acreditar que consumo acima desta faixa refere-se a habitações multifamiliares ou de edificações públicas, comerciais e industriais. A faixa de consumo definida para o estudo, ou seja, de 5 a 25 m³/mês, representa 69,50% dos usuários da zona urbana do município.

Em relação à análise estatística de correlação linear entre o 'consumo médio de água *per capita*' e os indicadores de saneamento 'ISE, IAA e ISA_{pond}', foi possível verificar uma maior relação linear na análise entre 'consumo médio de água *per capita* x ISA_{pond}'.

REFERÊNCIAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL: Sumário Executivo: **Perdas de água: Diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate.** Disponível em: <http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas_resumo.pdf> Acesso em 29 maio 2014

ALMEIDA, Marco Antonio P. de; ABIKO, Alex Kenya. **Indicadores de Salubridade Ambiental em favelas localizadas em áreas de proteção aos mananciais: O caso da favela Jardim Floresta.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000. 28 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00264.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2014.

ANTUNES LOPES, L. H.; ANTUNES LOPES, E. Mapas temáticos. Expressão gráfica para análise de resultados de pesquisas envolvendo espaço e tempo. In: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 18., 2007, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: UFPR, 2007. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/MAPAS.pdf> Acesso em: 20 jul. 2014

AZEVEDO NETTO, J. MARTINIANO DE; **Manual de Hidráulica.** São Paulo, São Paulo – Brasil: Blucher, 1998. 466 – 471 p.

CORSAN - COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO: **Diretrizes para implantação de loteamentos.** 2006. Disponível em: <<http://www3.corsan.com.br/loteamento/Diretrizes%20para%20Implanta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Loteamentos.pdf>> Acesso em 21/05/2014 às 20:40

CREDER, HÉLIO, 1926-2005; **Instalações Hidráulicas e Sanitárias** – 6.ed. – [Reimpr.] – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DEL PRETTE, M. E. **Apropriação de recursos hídricos e conflitos sociais: a gestão das áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo.** 2000. 95f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/marcosestevan.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2014

HELLER, LÉO; **Abastecimento de água para consumo humano,** Valter Lúcio de Pádua (organizadores) – Belo Horizonte: Editora / UFMG, 2006, 29 - 34 p.

ISA – INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL: **Água nas metrópoles, o risco de escassez**. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-isa/agua-nas-metropoles-o-risco-da-escassez>> Acesso em: 21 maio 2014.

KOTEGODA, N. T.; ROSSO, R. **Statistics, Probability and Reliability for Civil and Environmental Engineers**. New York: McGraw-Hill, 1977.

LARSON, RON. **Estatística aplicada** / Ron Larson, Betsy Faber; tradução Luciane Ferreira Pauleti Vianna, -- 4. Ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: **Mananciais**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>> Acesso em: 22 jun. 2014

NAKANISHI BAVASTRI, E. Y. ; GINDRI SALBEGO, A. **Relatório técnico: índice de salubridade ambiental do município de Alegre/RS**. 2012. Não publicado.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO: Norma técnica sabesp NTS 181: **Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – primeira ligação**. 2012. Disponível em <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS181.pdf>> Acesso em 21 maio 2014

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **ISA – Indicador de Salubridade Ambiental. Manual Básico**. São Paulo, Brasil, 1999. 37 p. Acesso em: 05 dez. 2014

SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO DE NOVO HAMBURGO (COMUSA): **Manual de Instalações Hidrossanitárias**. 2011. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/_common/site/Manual_Instalacoes_Hidrossanitarias-R08.pdf> Acesso em: 09 jun. 2014

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **O SNIS**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=4>> Acesso em: 16 maio. 2014

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO: **Série histórica**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/#>> Acesso em: 22 maio 2014

SNSA - SISTEMA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL: **O SNSA.**
Disponível em:
<http://www.cidades.gov.br/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=6&Itemid=110> Acesso em: 16 maio 2014

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água.** São Paulo: Hermano & Bugelli, 1999,
cap.1, p.6. Disponível em:
<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_previsao_%20de_%20consumo_agua_170114/previsao_de_consumo_de_agua.pdf> Acesso em: 24 maio 2014