



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

AUGUSTO COLISELLI

João Pessoa - PB
Junho de 2017

AUGUSTO COLISELLI

| **ANÁLISE DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS
BRASILEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Graduação em Engenharia Ambiental, da
Universidade Federal da Paraíba, Centro
de Tecnologia, Departamento de
Engenharia Civil e Ambiental, como um
dos requisitos para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa
Athayde Jr.

João Pessoa - PB
Junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS, que sem ele nada sou e nada poderei ser.

Em segunda lugar a minha família, que sempre me apoiou e me ajudou a buscar meus objetivos de vida.

Em terceiro lugar, ao professor Gilson, pela paciência demonstrada, e por me apoiar e dirigir neste trabalho.

E por último, a todas as amizades e pessoas que conheci durante a minha graduação, que vou levar para toda vida.

RESUMO

Estabelecer um valor fixo para o consumo per capita de água no Brasil ainda perdura como um dos principais desafios atualmente. O consumo de água no Brasil é bastante variado; cada região possui suas características físicas e geográficas distintas, contribuindo assim na demanda solicitada de água. A região Nordeste, por exemplo, sofre com a falta de água; oposto da região Norte, que dispõe de água abundante. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo a análise do consumo per capita de água, através de dados disponibilizados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), disponíveis na internet, do período de 2000 a 2015. Para tal efeito, foram coletados valores referentes a duas variáveis de estudo: População Urbana e consumo per capita de água. Os dados foram agrupados e organizados sob forma gráfica, através dos gráficos do tipo *Box Plot* (ou Caixa), demonstrando assim a distribuição do consumo de água per capita nos municípios brasileiros nos últimos 16 anos. A análise de consumo das 5 regiões geográficas brasileiras apresentaram tendência de gráfico crescente de consumo de água per capita, tendo como ponto de referência o tamanho da população. Municípios com extensa malha urbana, indústrias e grande população tendem a consumir um volume maior de água que municípios menores. A região sudeste se destacou como maior consumidora, apresentando médias que ultrapassaram os 300 L/hab/dia; oposto da região nordeste, que apresentou um nível médio bastante abaixo das demais regiões, com o consumo máximo de água em torno de 188,7 L/hab/dia. Por fim, estabeleceu-se uma tabela atualizada da distribuição de consumo per capita de água no Brasil, a fim de auxiliar empresas de saneamento no tocante a projetos de abastecimento de água, bem como a literatura a respeito.

Palavras Chave : Consumo per capita de água , SNIS, gráficos box plot.

ABSTRACT

To establish a fixed value for the per capita consumption of water in Brazil, still remains as one of the main challenges currently. The consumption of water in Brazil is quite varied: each distinct physical and geographical characteristic, thus contributing in the region has its variability of water availability. The Northeast region, for example, suffers from the lack of water; the opposite of the North; which is abundant of water. The objective of this study was to analyze the average per capita consumption of water through data available in the National Sanitation Information System (SNIS), available on the internet, from 2000 to 2015. For this purpose, values related to two study variables : Urban population and per capita water consumption. The data were grouped and organized in graphic form, using the PLOT BOX (or box) graph, thus demonstrating the average behavior of water consumption in Brazilian municipalities in the last 15 years. The consumption analysis of the five Brazilian geographic regions showed an increasing trend of average water consumption per capita, whit reference the size of population. Municipalities whit a extensive urban network, industries and larges population tend to consume a larger volume of water than smaller municipalities. The Southeastern region stood out as the largest consumer, presenting averages that exceeded 300 L/ hab.day; opposite the Northeastern region, which presented an average level well below the another regions, whit the maximum consumption rotating around 188,7 L/hab.day. Finally, a new updated table of the average per capita water consumption in Brazil was established, according to 5 previously established population ranges.

Key Words : Average consumption per capita of water, SNIS, Plot Box Graphic

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico comparativo entre população, superfície e recursos hídricos Brasileiros. (Fonte: MMA, 2009)	15
Figura 2 - Demandas Médias para abastecimento Urbano. (Adaptado de ATLAS ANA, 2010).....	15
Figura 3 - Média de consumo per capita de água nas 5 regiões Brasileiras. (SNIS,2015).....	16
Figura 4 - Representação esquemática de um gráfico Box Plot.	19
Figura 5 - Box Plot aplicado a avaliação do consumo per capita. (Silva, 2015).....	20
Figura 6 - Distribuição do Consumo per capita de água por faixa populacional.	24
Figura 7 - Consumo mediano para as 5 regiões geográficas Brasileiras.	26
Figura 8 - Análise do Consumo mediano para região Sul do Brasil	28
Figura 9 - Consumo mediano para região Sudeste do Brasil.	29
Figura 10 - Distribuição do Consumo de água para a região Nordeste do Brasil	30
Figura 11 - Distribuição de Consumo para a região Centro-oeste do Brasil.....	31
Figura 12 - Distribuição de Consumo para a região Norte do Brasil	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo Mediano per capita de água	24
Tabela 2- Consumo per capita de água por intervalos interquartílicos	25
Tabela 3 - Consumo per capita de água. (Adaptado de Von Sperling, 1995)	25
Tabela 4- Comparação entre o número de municípios e as faixas consideradas.....	27
Tabela 5 - Intervalos Interquartílicos de consumo para região Sul do Brasil	28
Tabela 6 - Intervalos Interquartílicos para a região Sudeste do Brasil.....	30
Tabela 7 - Intervalos interquartílicos para a região Nordeste do Brasil	31
Tabela 8 - Intervalos interquartílicos para a região Centro Oeste do Brasil	32
Tabela 9 - Intervalos Interquartílicos para a região Norte do Brasil	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SANASA – Sociedade de Água e Abastecimento da Cidade de Campinas –SP.

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNAD – Pesquisa Nacional de Amostras a Domicílio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL	14
3.2 SNIS (sistema nacional de informações sobre saneamento)	17
3.3 GRÁFICO BOX PLOT	18
3.4 ESTATÍSTICA ALIADA A AVALIAÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA	20
4 METODOLOGIA	21
4.1 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO E EXTRAÇÃO DOS INDICADORES	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 CONSUMO DE ÁGUA BRASILEIRO POR FAIXA POPULACIONAL	24
5.2 CONSUMO PER CAPITA NO BRASIL, POR REGIÃO	26
5.3 CONSUMO DE ÁGUA POR FAIXA DE POPULAÇÃO/REGIÃO	27
5.3.1 REGIÃO SUL	27
5.3.2 REGIÃO SUDESTE	29
5.3.3 REGIÃO NORDESTE	30
5.3.4 REGIÃO CENTRO OESTE	31
5.3.5 REGIÃO NORTE	32
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem intrínseco e de valor inestimável para a vida e todos os processos existentes no planeta. “O Abastecimento de água é um dos requisitos fundamentais para a vida humana. Sem água, a vida não pode ser sustentada além de alguns dias e a falta de acesso a água adequada leva à propagação de doenças” (Howard & Bartram, 2003). Ela cobre cerca de 70% de toda superfície do globo e seu consumo está intimamente ligado a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos locais. A OMS (Organização Mundial da Saúde) – estabelece como padrão para o consumo “per capita”, o índice de 250 litros/pessoa/dia, considerando como valor ideal para *áreas urbanizadas* (*apud* Oliveira & Filho, 2004). Sabe-se, porém, que, este índice varia muito de região para região. “A cota per capita de água é um indicador obtido pela divisão entre o volume total distribuído por dia pelo prestador de serviço de saneamento e a população servida. Essa uma informação é usada no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, além de subsidiar a elaboração de projetos de abastecimento de água,” (TSUTYA, 2005). Para a elaboração e dimensionamento de qualquer projeto de abastecimento de água é preciso ter conhecimento acerca do porte da população e suas vazões de dimensionamento. Deste modo, estimar uma vazão de projeto condizente com a real situação de um município é imprescindível. O dimensionamento das tubulações, estruturas e equipamentos são função das vazões de água, que por sua vez dependem do consumo médio por habitante, da estimativa do número de habitantes, das variações de demanda, e de outros consumos que podem ocorrer na área de estudo (TSUTYA, 2006). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura (UNESCO) se o planeta continuar com o atual ritmo de crescimento demográfico, em 2025 o consumo humano de água pode chegar a 90%, restando apenas 10% para os outros seres vivos existentes no globo. (*apud* MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2009). Deste modo, buscar formas e alternativas sustentáveis de consumo, perdura como um dos principais desafios da atualidade.

No tocante a disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil é privilegiado, quando comparado aos demais países pela Organização das Nações Unidas (ONU), pois possui satisfatória disponibilidade hídrica per capita (ANA, 2012). “A disponibilidade hídrica pode ser entendida como uma vazão de alta garantia no tempo, ou seja, uma vazão que estará acessível na grande maioria do tempo, mesmo em períodos secos. A média de consumo incluindo os setores comercial, residencial, público e industrial é aproximadamente de 165,3

L/hab/dia (SNIS, 2015). Tomando como exemplo, o estado de Alagoas; seu consumo médio gira em torno de 86 a 95 L/hab/dia, muito abaixo da média nacional; enquanto estados como São Paulo, tem índices que superam muito a média. Esta disparidade deve-se muito a quantidade e qualidade de vida população ali existentes. Além disso o Brasil, apresenta bastante variação no tocante ao clima; situações de seca extrema bem como de água abundante. Isso influencia diretamente no consumo per capita. Os municípios com maior disponibilidade tendem a gastar mais; já onde há racionamento o consumo diminui bastante.

O SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento) fornece anualmente, dados de consumo per capita de água em todo território Brasileiro, e atua como forte ferramenta de análise. Seu uso, aliado a estatística, nos fornece um excelente resultado de consumo médio per capita no Brasil. Os dados dos serviços de água e esgotos são fornecidos ao SNIS por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, todos denominados no SNIS como “Prestadores de Serviços” (SNIS,2015). As informações e indicadores do Sistema de Informação permitem identificar, com objetividade, aspectos da gestão dos serviços nos municípios brasileiros. Seus valores foram o banco de dados para a realização deste trabalho, aliado a uma análise gráfica dos resultados obtidos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento do consumo per capita de água em municípios do Brasil, com dados obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer padrões e viabilizar dados atualizados de consumo de água per capita em municípios do Brasil.
- Avaliar a dispersão dos dados de consumo per capita entre as diferentes regiões do país.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo (TSUTYA,2006), os principais consumidores de água podem ser separados em 4 grandes categorias: Uso doméstico, Comercial, Industrial e Público.

A água para uso doméstico corresponde a sua utilização residencial, tanto na área interna como na área externa da habitação. Na área interna, pode ser utilizada para bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupa, etc. Para a área externa utiliza-se para rega de jardins, limpeza de pisos e fachadas, lavagem de veículos, etc. (TSUTYA, 2006)

O uso industrial se caracteriza pelo suprimento a estabelecimentos diversos, com ênfase para aqueles de maior consumo de água como lavanderias, bares, restaurantes, hotéis, postos de combustíveis, clubes e hospitais.

O uso de água industrial é caracterizado pelo “suprimento a estabelecimentos localizados no interior da área urbana, com ênfase para aqueles que incorporam água no produto, como indústrias de cervejas, refrigerantes ou sucos, laticínios, matadouros e frigoríficos, curtumes industrial têxtil”. (HELLER & PADUA, 2006, p.40).

A parcela de água utilizada na irrigação de parques e jardins, lavagens de ruas, fontes ornamentais, piscinas públicas, coletores de esgotos, chafarizes, etc, caracterizam-se como água para uso público (TSUTYA, 2006).

Há diversos fatores que influenciam no consumo per capita, e que dependem de uma série de circunstâncias, fazendo com que este consumo seja mais ou menos intenso. De acordo com (MEDEIROS, 2009) os principais fatores que influenciam são os seguintes:

- Condições Climáticas;
- Desenvolvimento da Cidade;
- Características do sistema (quantidade e qualidade de água, pressão na rede, etc);
- Presença de indústrias;
- Características da população (Hábitos higiênicos, situação econômica, educação sanitária, etc).

A fixação da cota per capita, de modo geral, é feita com base na adoção de valores clássicos da literatura, por similaridade com sistemas que possuam as mesmas características ou por meio de dados estatísticos da própria cidade (TSUTYA, 2005 apud MATOS, Jennifer, 2007).

3.1 CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL

No território Brasileiro, devido a sua elevada disponibilidade e variabilidade hídrica, o consumo per capita varia muito de região para região. Porém, por apresentar uma forte desigualdade social, a água não é igualmente distribuída entre as regiões do país. Segundo o PNAD – Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio – o acesso a água no país caracteriza-se pelo atendimento precário para a população mais carente em especial em regiões menos desenvolvidas e nos menores municípios. Geralmente, a disponibilidade de água nesses locais é baixa e de pouca qualidade.

No Brasil, os recursos hídricos ocorrem em maior quantidade nas regiões que são habitadas por menos de 10% da população. “Pode-se afirmar ainda que os sérios problemas de gerenciamento de água são provocados principalmente pela expansão desordenada dos núcleos urbanos e pelo fato da grande concentração populacional estar localizada em regiões com menor disponibilidade hídrica” (GAMA, 2002).

O Brasil possui um total de 5570 municípios, espalhados em seus 8.516.000 km² de extensão. Em particular, os municípios brasileiros com previsões de aumento de população e com restrições na disponibilidade hídrica nas captações devem tomar medidas para inverter a tendência crescente no consumo per capita. “Além da sustentabilidade hídrica e energética com impactos ambientais benéficos, dentre as vantagens da redução do consumo per capita, destaca-se a maior durabilidade das infraestruturas físicas, em especial, as tubulações” (SNIS, 2015). Várias medidas podem ser tomadas para que essa ação seja possível, dentre elas: sensibilização da população, instalação de dispositivos sanitários de baixo consumo, hidrometração individualizada, tarifas que penalizem consumos excessivos, etc.

A região Amazônica concentra mais de 73% de toda água doce brasileira, que é habitada por menos de 5% da população. “Apenas 27% dos recursos hídricos Brasileiros estão disponíveis para as demais regiões brasileiras, onde residem 95% da população do país (MMA, 2009). De toda a água distribuída para consumo, 20% a 60% dela se perde na distribuição; dependendo da condição de conservação das redes de abastecimento (ABES 2013). Mas além deste dado alarmante de perdas, muito dessa água é desperdiçada nas residências, nas atividades domésticas, como uma simples lavagem de mãos, banho, lavagem de carros, etc. “Em função de suas dimensões continentais, o Brasil apresenta grandes contrastes relacionados não somente ao clima, vegetação original e topografia, mas também à distribuição da população e ao desenvolvimento econômico e social, entre outros

fatores” (MMA,2009). A figura 1 relaciona e compara a população Brasileira, recursos hídricos e a superfície territorial brasileira.

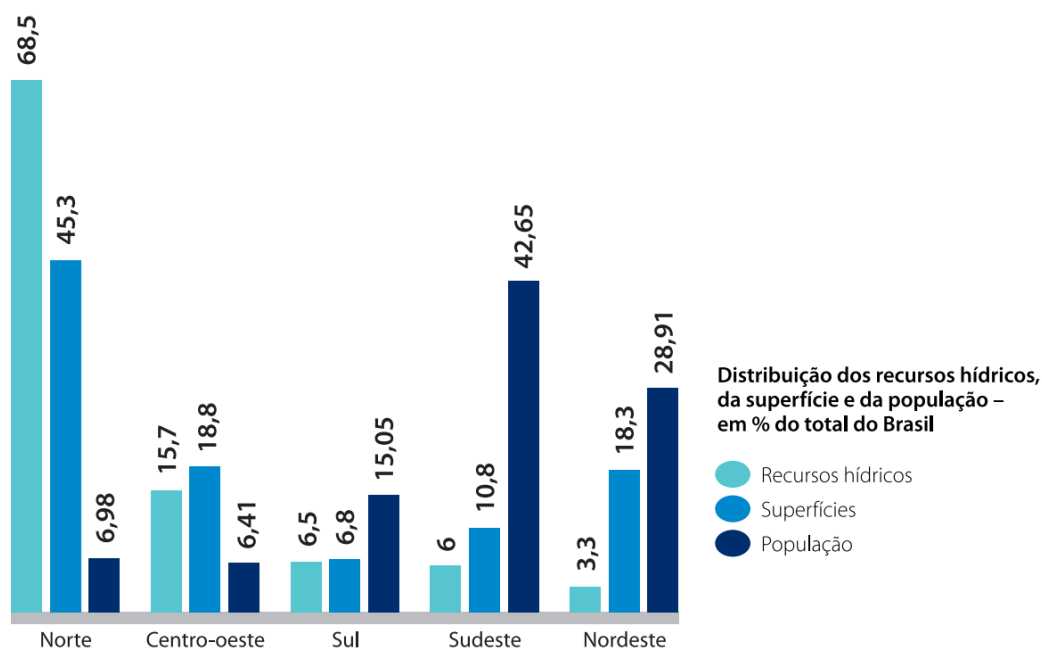


Figura 1 - Gráfico comparativo entre população, superfície e recursos hídricos Brasileiros. (Fonte: MMA, 2009)

Segundo projeções do ATLAS Brasil (ANA,2010) as demandas hídricas médias e máximas para o abastecimento populacional Urbano alcançam valores totais para o País, respectivamente de 630 m³/s e 695 m³/s, no ano de 2025, com destaque as Regiões Sudeste e Nordeste, seguidas pelas Regiões Sul, Norte e Centro-Oeste. As regiões Sudeste e Nordeste juntas, respondem por 71% de toda a demanda projetada para o ano de 2025, concentrando 62% de todos os municípios de País. Estima-se que as demandas médias para abastecimento da população Urbana Brasileira deverão ter um crescimento em torno de 28% (ANA,2010). A figura 2 a seguir mostra detalhadamente a situação atual, passada e futura para a demanda média de abastecimento de água.

DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO						
ANO	Demanda por região geográfica (m ³ /s)					Total Brasil (m ³ /s)
	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

Figura 2 - Demandas Médias para abastecimento Urbano. (Adaptado de ATLAS ANA, 2010)

O diagnóstico de Saneamento anual feito pelo SNIS, mostra a relação de indicadores de consumo, distribuição, água potável, esgoto, etc. O gráfico (**Figura 3**) expressa a média de consumo de água nos últimos 3 anos, e a situação atual de consumo (2015), nas 5 regiões geográficas brasileiras. Analisando o gráfico, as médias regionais dos últimos 3 anos resultam em 192,2 L/hab.dia na região sudeste, 158,7 L/hab.dia na região Centro Oeste, 155,3 L/Hab.dia na região Norte, 150,9 L/hab.dia na região Sul e 125,3 L/hab.dia na região Nordeste. O Sudeste se destaca como maior consumidor no ano de 2015, com sua cota ultrapassando os 160 litros. Vale ainda salientar, que em 2012, a região passou por uma grave crise hídrica, estendendo-se até o ano de 2015. Esse ocorrido deve sim influenciar na média geral. Já o Nordeste, apresenta um valor bastante baixo, se comparado ao restante das regiões.

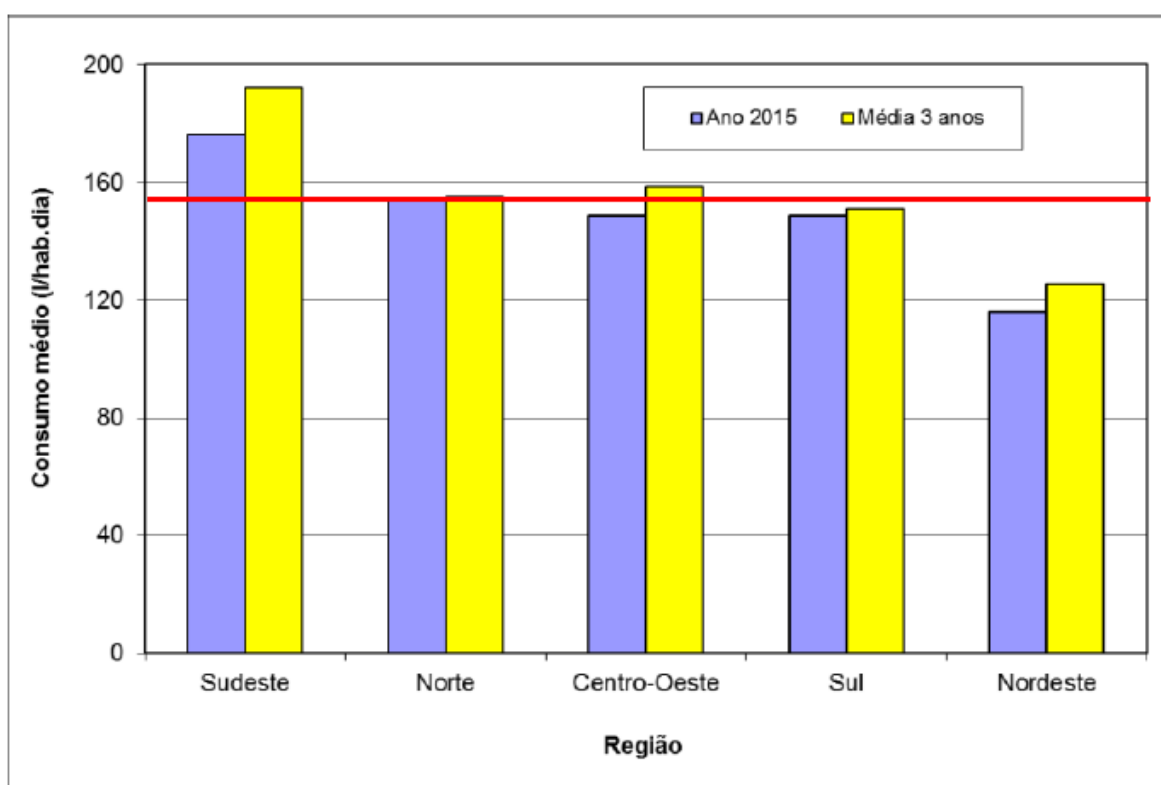


Figura 3 - Média de consumo per capita de água nas 5 regiões Brasileiras. (SNIS,2015)

3.2 SNIS (sistema nacional de informações sobre saneamento)

Criado em 1996, o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é uma plataforma online disponibilizada pelo governo federal, que contém dados acerca de Resíduos Sólidos, água e esgoto e mais recentemente, de índices pluviométricos em todos estados da federação. O usuário tem acesso através do aplicativo série histórica, onde todos os dados são disponibilizados no formato de planilhas de EXCEL. O aplicativo permite que se faça a procura através dos filtros de busca, de modo a facilitar a visualização dos valores nas planilhas. Cada companhia, pública ou privada, envia os dados de seu município ao SNIS, que disponibiliza no aplicativo.

Administrado pelo governo Federal, no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento (SNSA) e Ministério das cidades (MCID), O SNIS “se constitui no maior e mais importante sistema de informações do setor de saneamento no Brasil, apoiando-se em um banco de dados que contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, esgotos e de manejo de resíduos sólidos Urbanos” (SNIS – Série Histórica).

Divide-se atualmente em dois componentes: água e esgotos (SNIS –AE) e resíduos sólidos Urbanos (SNIS –RS). Para o componente Água e esgoto, a base de dados pode ser agregada, desagregadas e municipais. O componente de resíduos Sólidos Urbanos apresenta apenas base de dados municipais. Sendo assim, quando um município é atendido por dois ou mais prestadores de serviço é possível acessar tanto os dados agregados do município quanto os dados de cada prestador que nele atua. Todas as informações coletadas são enviadas pelos prestadores de serviço no setor de saneamento de cada município brasileiro ao SNIS, e seu banco de dados é disponível livremente para acesso na Internet.

Através do aplicativo Série Histórica, o usuário tem acesso às informações em forma de planilhas Excel referentes ao seu município e do Brasil. Permite ainda realizar o cruzamento de dados para possibilitar melhor compreensão e avaliação do setor de saneamento (SNIS –Série Histórica). As consultas podem ser feitas utilizando os mais variados critérios de entrada, como natureza jurídica, Região, estado, município, anos, etc.

A metodologia do SNIS é formulada em três características básicas (SNIS, 2013):

- Abrangência da sua atuação (diferenciando os prestadores pela quantidade e complexidade dos sistemas de provimento dos serviços;

- A natureza Jurídico administrativa (diferenciando os prestadores do ponto de vista da formalidade legal)
- Tipos de serviços que são oferecidos aos usuários (água, esgotos, resíduos sólidos urbanos).

Para o componente de água e esgoto, os dados se agrupam em três bases: Dados agregados, dados desagregados e dados municipais. Já o componente de resíduos sólidos contém apenas base de dados municipais. Os dados agregados são aqueles coletados por meio de formulários específicos e corresponde ao valor para cada campo para o conjunto de municípios atendidos por um determinado prestador. Logo, a quantidade de ligações totais de água, por exemplo, é a soma dos valores individuais de cada município em que um prestador opera. Geralmente, ocorre para prestadores de serviços de abrangência regional e microrregional. A base agregada se refere aos prestadores de serviço de abrangência regional e microrregional. Contém as informações preenchidas em dados específicos para dados desagregados. Já a base de dados municipal corresponde as informações de cada município, independente de que sejam seus prestadores de serviço.

O aplicativo série histórica disponibiliza de forma amigável todo esse acervo de dados no sistema, possibilitando acesso irrestrito as informações (SNIS, 2013). As consultas podem ser realizadas segundo diferentes critérios de entrada, tais como Ano de referência, Tipo de serviço, Abrangência, Natureza jurídica, Informação ou Indicador, Região Geográfica, Estado ou Município e, ainda, segundo o nome do prestador de serviços. Em todas as situações de agrupamento são fornecidas as totalizações para as informações, enquanto que no caso dos indicadores são fornecidas as médias ponderadas cujos cálculos seguem os critérios do SNIS (SNIS,2013)

3.3 GRÁFICO BOX PLOT

Também conhecido como gráfico de caixa, o gráfico boxplot exprime medidas de tendência central e dispersão de uma certa quantidade de valores. “O desenho esquemático dá uma ideia de posição, dispersão, assimetria, caudas e dados discrepantes” (BUSSAB& MORETTIN, 1981).O boxplot é formado pelo primeiro, terceiro quartil e pela mediana. As hastes inferiores e superiores se estendem do menor valor não *outlier* (Limite inferior) até o maior valor não *outlier* (Limite superior). A figura 2, demonstra um exemplo de um boxplot.

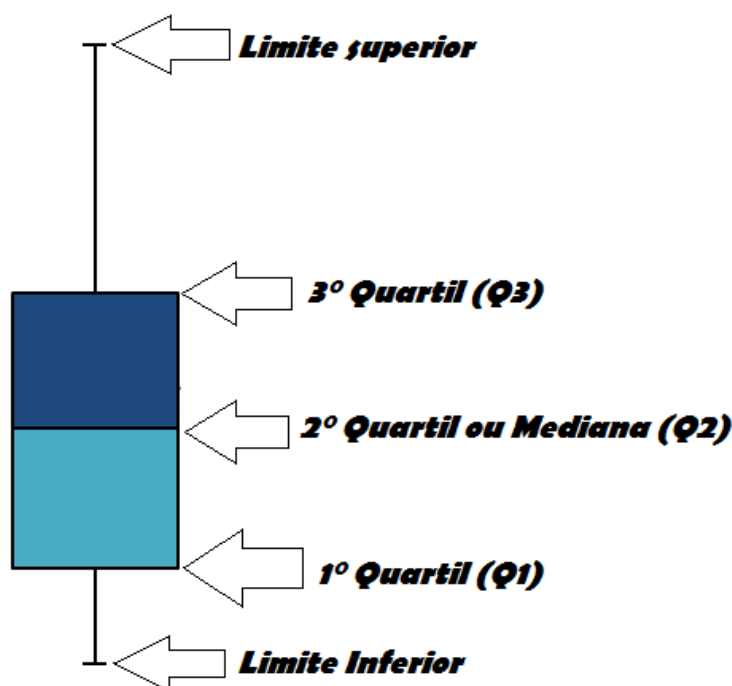


Figura 4 - Representação esquemática de um gráfico Box Plot.

A distribuição dos dados se dá da seguinte maneira:

1º QUARTIL : Corresponde aos dados que vão desde o limite inferior até a barra demonstrada por Q1. (acumulam-se 25% dos dados)

2º QUARTIL OU MEDIANA : Corresponde os dados que vão desde o limite inferior até a barra demonstrada por Q2. (acumulam-se 50% dos dados)

3º QUARTIL : Corresponde aos dados qu vão do limite inferior até a barra demonstrada por Q3. (acumulam-se 75% dos dados)

E por fim, os dados totais (100%) vão do limite inferior ao limite superior. Vale salientar aqui que para uma melhor compreensão é interessante enxergar a caixa do gráfico box plot como uma acúmulo de 50% dos dados (*Intervalo interquartílico*). Ou seja, dependendo onde a caixa estiver localizada, ali encontram-se acumulados 50% de todos os dados da série histórica. Este tipo de gráfico ainda pode ser usado como medida para comparações. Se dois deles são postos em paralelo, comparando, por exemplo, a variação do consumo de água em uma residência, é possível ver detalhadamente como o consumo variou. A diferença entre os seus quartis (Q3-Q1), representada por IIQ, representa uma medida de variabilidade dos dados.

3.4 ESTATÍSTICA ALIADA A AVALIAÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA

O gráfico BOX PLOT é uma excelente ferramenta estatística utilizada na avaliação do consumo per capita de uma região, Estado, cidade, etc. ELLIS (2015) mostrou a variação do consumo per capita de água para mesorregiões do estado do Ceará, com uso dos gráficos Box Plot. Foram elaborados gráficos do tipo Box-Plot (**Figura 3**), onde se apresenta os dados de consumo de consumo mínimo, médio e as variações percentis para o consumo médio *per capita* de água. (Cunha, 2013) também demonstrou o consumo de água através da metodologia Box plot, para pequenas residências em um bairro de Vila Velha, Espírito Santo. Seu principal objetivo foi o estudo do consumo de água potável em habitações de interesse social. Assim, analisou o consumo de água para cada dia da semana em cada residência e organizou todos os resultados em formas de gráfico box plot.

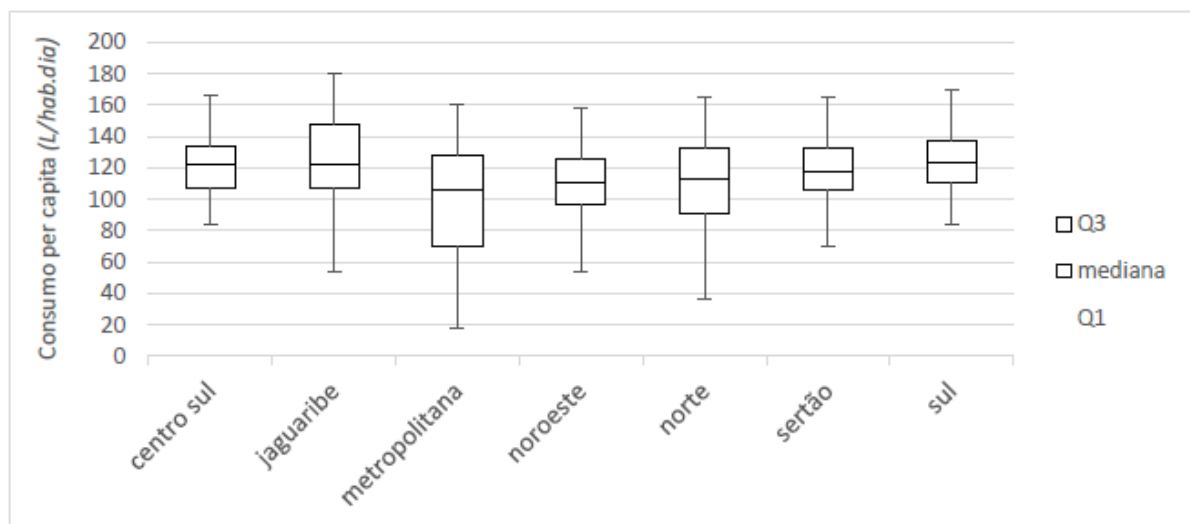


Figura 5 - Box Plot aplicado a avaliação do consumo per capita. (Silva, 2015)

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO E EXTRAÇÃO DOS INDICADORES

O SNIS disponibiliza, em seu site, o acesso aos dados pelo componente Água e Esgoto (AE), Resíduos Sólidos (RS) e pelo componente “Municípios”. Pelo AE, o usuário tem acesso a informações agregadas e desagregadas de água e esgoto, com valores para cada prestador de serviço, se o município possui mais de um. Já o componente “Municípios” apresenta juntamente com as informações do município (população, renda per capita, etc), dados de água e esgoto e resíduos sólidos. Porém, as informações e indicadores do município são consolidados, ou seja, mesmo que o município seja atendido por um ou mais prestadores de serviço, o SNIS consolida tudo em uma base única e a totalização é incluída na base municipal. E por último, o RS, que reúne todos os dados acerca de informações sobre resíduos sólidos em um município como: massa média dos resíduos, situação da coleta, índice de atendimento da coleta, etc.

Para a realização do trabalho, o acesso foi pelo componente “Municípios”. A pesquisa foi feita para cada região geográfica Brasileira separadamente. Foram obtidos dados de consumo de água e população urbana de 5570 municípios, entre os de 2000 a 2015.

Na aba “Família de Informações e indicadores” foram utilizadas duas frentes de pesquisa :

- AE_ Informações Gerais
- AE_ Indicadores operacionais – água

Na aba “Informações e Indicadores”, a coleta de dados foi feita da seguinte maneira:

- POP_URB – População Urbana no ano de referência (FONTE: IBGE)
- IN022 – Consumo Médio “Per capita” de água.

O consumo médio per capita de água (IN022) é definido, como o volume de água consumido, excluído o volume de água exportado dividido pela média aritmética da população atendida com abastecimento de água. Ou seja, é a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial (SNIS, 2015). O consumo de água exportado equivale a aquele volume que muitas vezes é compartilhado com mais de um município, ou seja, muitas vezes, o volume retirado de um manancial atende dois ou mais municípios ao mesmo tempo.

A população Urbana (POP_URB) , com base nos dados do IBGE, refere-se a população que habita nos centros urbanos, ou seja, nem todas as residências que foram avaliadas no consumo possuem ligações com rede de água.

Após a obtenção das planilhas, seus dados foram organizados através da ferramenta EXCEL. Para o procedimento de cálculo, foram utilizadas as funções Quartil, mediana, cont.se e funções lógicas, já disponíveis na ferramenta. Isso foi feito para cada gráfico separadamente, por faixa de população, e por último, para o Brasil.

Para efeito de cálculo dos seus limites do gráfico box plot, em todas as análises gráficas obtidas, o procedimento adotado foi da seguinte forma:

- Limite Superior = $Q3 + 1,5 * (IIQ)$
- Limite Inferior = $Q1 - 1,5 * (IIQ)$

O valor IIQ equivale a diferença interquartílica, dada por $(Q3 - Q1)$, a diferença entre o terceiro quartil e o primeiro quartil. Todos os valores que ultrapassaram esses limites, foram considerados *Outliers*. Para o cálculos das “caixas” no excel, foram utilizadas as seguintes fórmulas

- Primeiro Quartil = $Q1(\text{Dados tabela}; 1)$
- Mediana = $MED(\text{Dados tabela})$
- Terceiro Quartil = $Q3(\text{Dados tabela}; 3)$

Para visualização gráfica dos valores, a opção gráfica “colunas empilhadas” foi escolhida.

O SNIS disponibiliza dados desde o ano de 1995; porém; muitos municípios brasileiros não realizavam a coleta dos seus dados de água e esgoto neste ano. Considerando tal efeito, as planilhas aparecem com falhas (sem dados), o que poderia influenciar muito no resultado final. Assim, a série histórica considerada foi a partir do ano 2000 até o ano de 2015 (15 anos), onde se observam menos falhas, ainda que existentes.

Para análise por faixa de população, a divisão ficou da seguinte maneira:

- Municípios com menos de 10.000 habitantes
- Municípios com 10.000 a 50.000 habitantes;
- Municípios com 50.000 a 250.000 habitantes
- Municípios com 250.000 a 1.000.000 de habitantes;
- E por último, municípios com população maior 1.000.000 de habitantes.

Foram utilizados um total aproximado de 80.000 informações (município-ano), já excluídas falhas existentes

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONSUMO DE ÁGUA BRASILEIRO POR FAIXA POPULACIONAL

A figura 3 expressa o consumo per capita de água por faixa de população para todo o Brasil. Percebe-se, pelo gráfico, uma tendência crescente do consumo per capita com o aumento da população. Assim obtemos uma vazão média mínima de consumo para os municípios brasileiros - 113,4 L/Hab.dia, e uma vazão média máxima, que gira em torno de 163,85 L/Hab.dia.

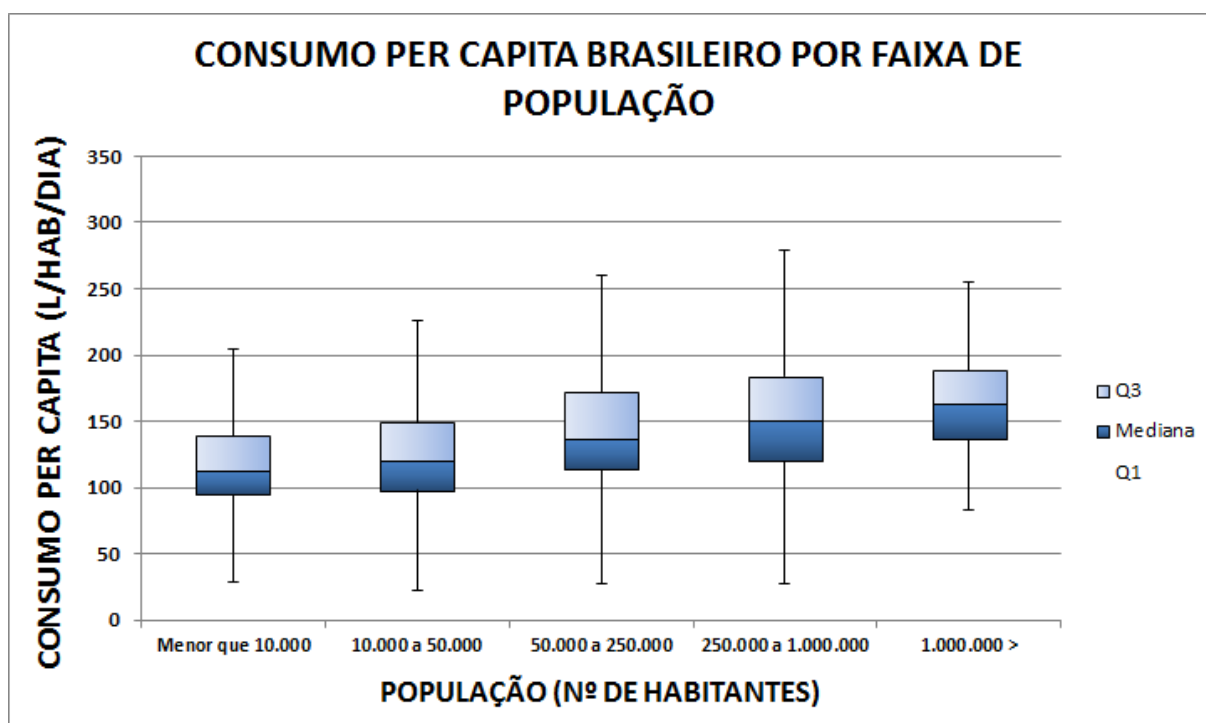


Figura 6 - Distribuição do Consumo per capita de água por faixa populacional.

Para melhor compreensão, os dados de distribuição para cada faixa populacional, foram expressos na tabela abaixo:

Faixa Populacional (Nº de habitantes)	Consumo mediano per capita (L/Hab.dia)
Menor que 10.000	113,4
Entre 10.000 e 50.000	120,9
Entre 50.000 a 250.000	137,3
Entre 250.000 a 1.000.000	150,9
Acima de 1.000.000	163,85

Tabela 1 - Consumo Mediano per capita de água

Com o objetivo de fazer uma comparação com a tabela obtida por Von Sperling (1995) (**Tabela 3**) e se expressarmos a tabela 1 por intervalos interquartílicos, obtemos o seguinte resultado:

Faixa Populacional (Nº de Habitantes)	Consumo Per Capita (L/Hab.dia)
Menor que 10.000	94,6 a 138,8
10.000 a 50.000	98,3 a 149
50.000 a 250.000	113,6 a 172,22
250.000 a 1.000.000	120 a 183,87
Acima de 1.000.000	136,42 a 188,65

Tabela 2- Consumo per capita de água por intervalos interquartílicos

Porte da Comunidade	Faixa de população	Consumo per capita (L/pessoa/dia)
Povoado Rural	< 5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena Localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade Média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade Grande	> 250.000	150 a 300

Tabela 3 - Consumo per capita de água. (Adaptado de Von Sperling, 1995)

Apesar de Von Sperling (1995) adotar faixas um pouco diferentes das adotadas neste trabalho, (algumas coincidiram), podemos comparar os dois resultados de um modo geral. Para cidades menores - povoados rurais - locais com menos de 10.000 habitantes, os intervalos ficaram muito próximos (aproximadamente de 90 a 140 L/Hab. Dia). Para cidades que Von Sperling (1995) chama de “Pequenas localidades”, com o intervalo variando de 10.000 a 50.000 L/Hab. Dia, os intervalos tiveram uma variação significativa. Enquanto o intervalo obtido foi de 98,3 a 149 (L/Hab.dia), a Tabela 1 mostra um valor de variação até 160 L/Hab. Dia. As cidades médias apresentaram intervalos parecidos novamente (120 a 190 L/Hab. Dia). A última faixa analisada pela Tabela 1 nos mostra uma faixa que vai de 150 a 300 (L/Hab. Dia), para cidades “grandes” (com população maior que 250.000 habitantes). Nos intervalos calculados, foi considerado como grandes cidades as que ultrapassam 1.000.000 de habitantes. Para esta faixa, foi obtido um total de 136,42 a 188,65(L/Hab.Dia) de consumo para cada habitante.

5.2 CONSUMO PER CAPITA NO BRASIL, POR REGIÃO

Os dados devidamente organizados e na forma gráfica das 5 regiões geográficas brasileiras, com análise do consumo per capita estão organizados na figura 4. Observando o gráfico, percebe-se a região sudeste como maior mediana nacional per capita, chegando a 156,7 L/Hab/dia, seguido pela região Norte, com 146,28 L/Hab/dia. Estes consumos mais altos que os restantes das regiões, devem-se provavelmente, aos seguintes fatores: na região sudeste, por concentrar as maiores metrópoles brasileiras, com maior número de habitantes, maior nível de renda e uma intensa industrialização; e o Norte, por sua vez, por apresentar uma maior disponibilidade hídrica. Mesmo não contendo metrópoles de grande porte e concentrando apenas 7% da população brasileira em seu território, a região norte concentra a maior parte dos recursos hídricos brasileiros. As regiões Centro Oeste e Sul vem logo atrás, apresentando médias de 125,5 L/Hab/Dia e 125,9 L/Hab/dia, respectivamente. A região Nordeste é a que apresenta o menor índice: 97,6 L/Hab/dia, devido a escassez de recursos hídricos disponíveis na região.

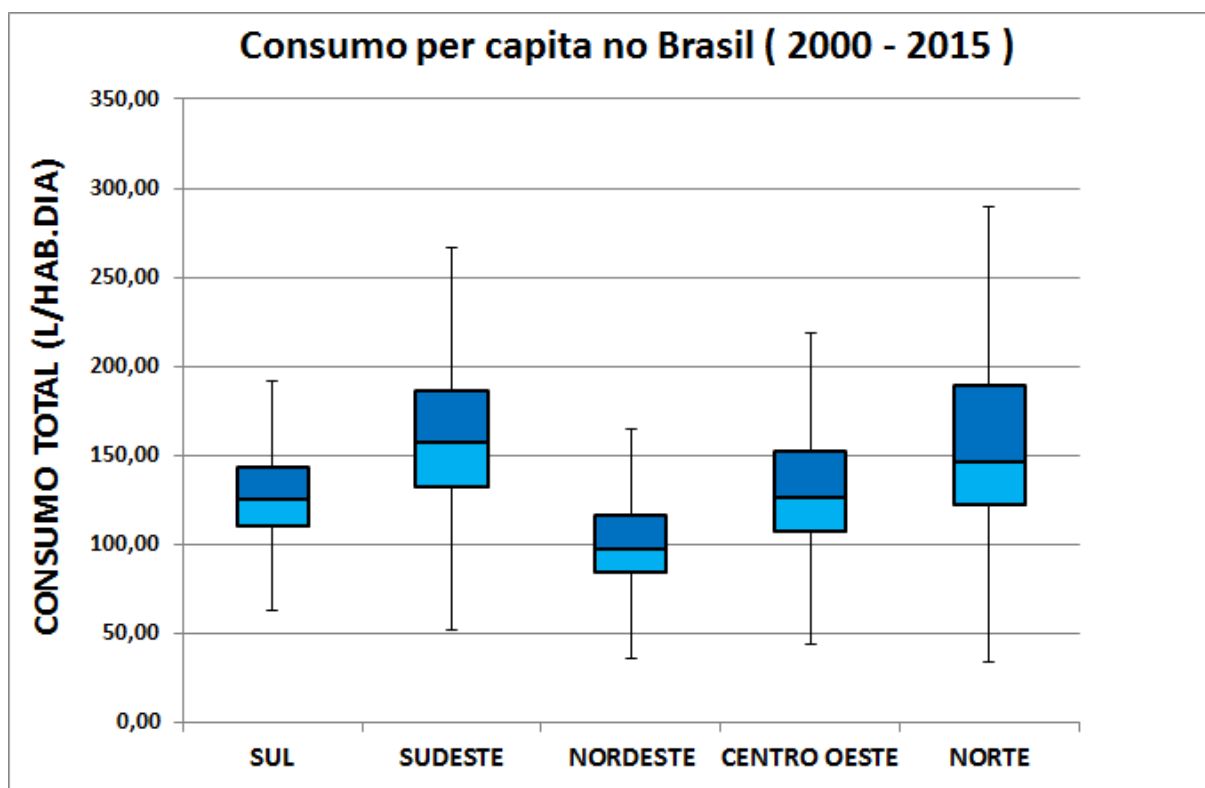


Figura 7 - Consumo mediano para as 5 regiões geográficas Brasileiras.

5.3 CONSUMO DE ÁGUA POR FAIXA DE POPULAÇÃO/REGIÃO

Depois da análise geral, considerou-se o comportamento do consumo por faixa de população para cada região, com o objetivo de fazer uma análise da influência do tamanho da cidade no consumo por habitante. As faixas com menos de 10.000 habitantes em todos os casos, apresentaram um número muito maior de municípios. Já a faixa para municípios com população com mais de um milhão de habitantes o número de habitantes foi menor. A figura 7 mostra a comparação entre as duas faixas escolhidas.

REGIÃO	<i>Menor que 10.000 habitantes</i>	<i>Maior que 1.000.000 habitantes</i>
SUL	833	2
SUDESTE	946	6
NORDESTE	1122	5
CENTRO OESTE	305	2
NORTE	267	2
TOTAL	3473	17

Tabela 4- Comparação entre o número de municípios e as faixas consideradas

5.3.1 REGIÃO SUL

Observa-se a tendência de aumento do consumo, conforme o aumento da população. A mediana na região sul para municípios com mais de 1.000.000 de habitantes gira em torno de 194,1 L/Hab/dia. Percebe-se uma diferença muito grande da média desta faixa de população para as demais. As demais mantêm um comportamento de aumento de pouca variação. O fato de as caixas do boxplot apresentarem pouca variabilidade, ou seja, caixas pequenas devem-se ao fato de haver pouca variação de consumo para cada faixa considerada, ou seja, a maioria dos municípios apresenta, em geral, uma média muito parecida. As caixas do gráfico para a região sul (**50% dos dados**), ficam espalhadas, em média da faixa que vai dos 100 L/Hab.dia até os 150 L/Hab.dia. Apenas a faixa com mais de um milhão de habitantes apresenta-se atípica. Como visto na figura 7, o número de municípios considerados na análise para esta faixa, foram apenas 2. Os resultados obtidos seguem na figura 8 e na tabela 4, que apresenta os dados de consumo por intervalo interquartílico:

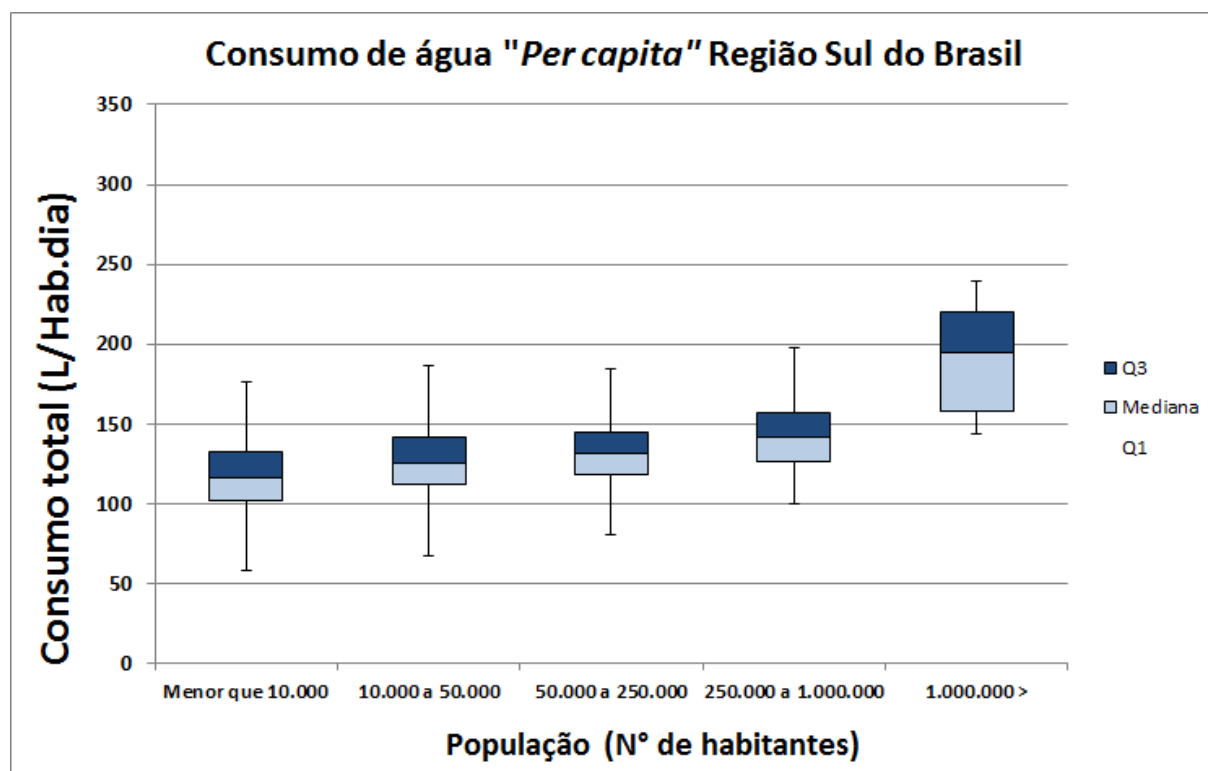


Figura 8 - Análise do Consumo mediano para região Sul do Brasil

REGIÃO	Faixa populacional (Nº de habitantes)	Consumo Per capita (L/Hab.dia)
SUL	Menor que 10.000	102,4 a 132
	10.000 a 50.000	111,82 a 141,7
	50.000 a 250.000	118,35 a 144,9
	250.000 a 1.000.000	125,92 a 157
	Maior que 1.000.000	157,6 a 220,7

Tabela 5 - Intervalos Interquartílicos de consumo para região Sul do Brasil

5.3.2 REGIÃO SUDESTE

Caracterizada por ser a maior região mais industrializada do Brasil, apresenta consumos que ultrapassam os 300 l/hab/dia. As médias para as faixas populacionais apresentam médias muito altas; e novamente, o consumo apresenta uma tendência crescente com o aumento populacional. Na região Sudeste, esta situada a principal concentração industrial do país, tendo como destaque o estado de São Paulo. Esta cidade concentra grandes centros poli industriais, formado por vários distritos. Grandes consumidores como a indústria têxtil, são responsáveis por dar a região sudeste, o título de maior consumidora de água, se comparada as demais regiões brasileiras. Outra característica marcante da região Sudeste é por apresentar o gráfico com maior variação de valores extremos para todas as faixas de população. Todas apresentam “caixas” box plot extremamente espaçadas, indicando um consumo bastante diversificado. Vale salientar, que regiões como o Sudeste, passaram por crises intensas de falta de água, desde 2012. Isso de fato, deve influenciar de algum modo nas médias da região.

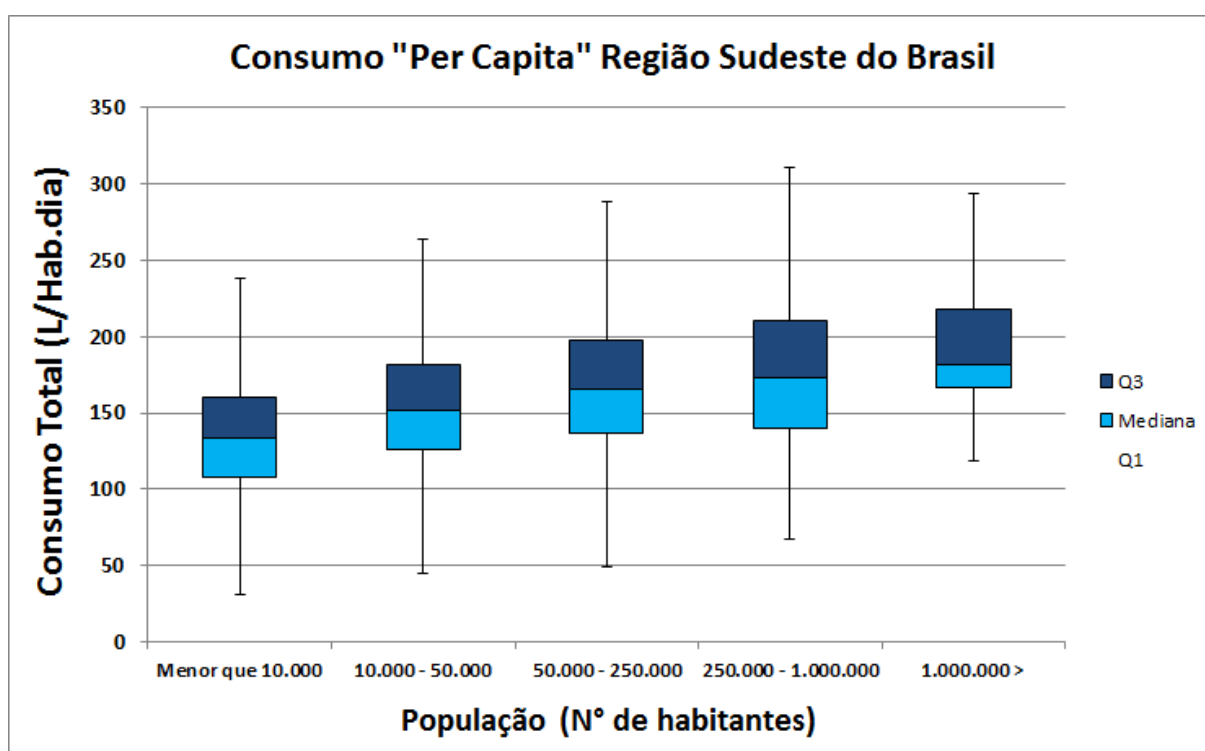


Figura 9 - Consumo mediano para região Sudeste do Brasil.

REGIÃO	Faixa populacional (Nº de habitantes)	Consumo Per capita (L/Hab.dia)
SUDESTE	Menor que 10.000	108,4 a 160,2
	10.000 a 50.000	126,45 a 181,3
	50.000 a 250.000	136,8 a 197,9
	250.000 a 1.000.000	140,1 a 210,1
	Maior que 1.000.000	166,8 a 218,3

Tabela 6 - Intervalos Interquartílicos para a região Sudeste do Brasil

5.3.3 REGIÃO NORDESTE

Caracterizado pela sua baixa disponibilidade hídrica, devido ao clima, falta de chuvas, desigualdade social, o Nordeste apresenta as mais baixas taxas de consumo per capita: as médias não ultrapassam os 140 litros, e seus valores de maior consumo ficam abaixo dos 200 L/Hab/dia. Em municípios urbanos com menos de 10.000 habitantes, a média de consumo fica menor que 100 litros, atingindo 96,7 L/Hab/dia. Um valor abaixo dos padrões que a própria ONU estabelece como consumo mínimo para garantir a sobrevivência. Das poucas cidades com mais de 1.000.000 de habitantes que o nordeste possui, o consumo per capita médio não ultrapassando os 134,8 litros/hab.dia.

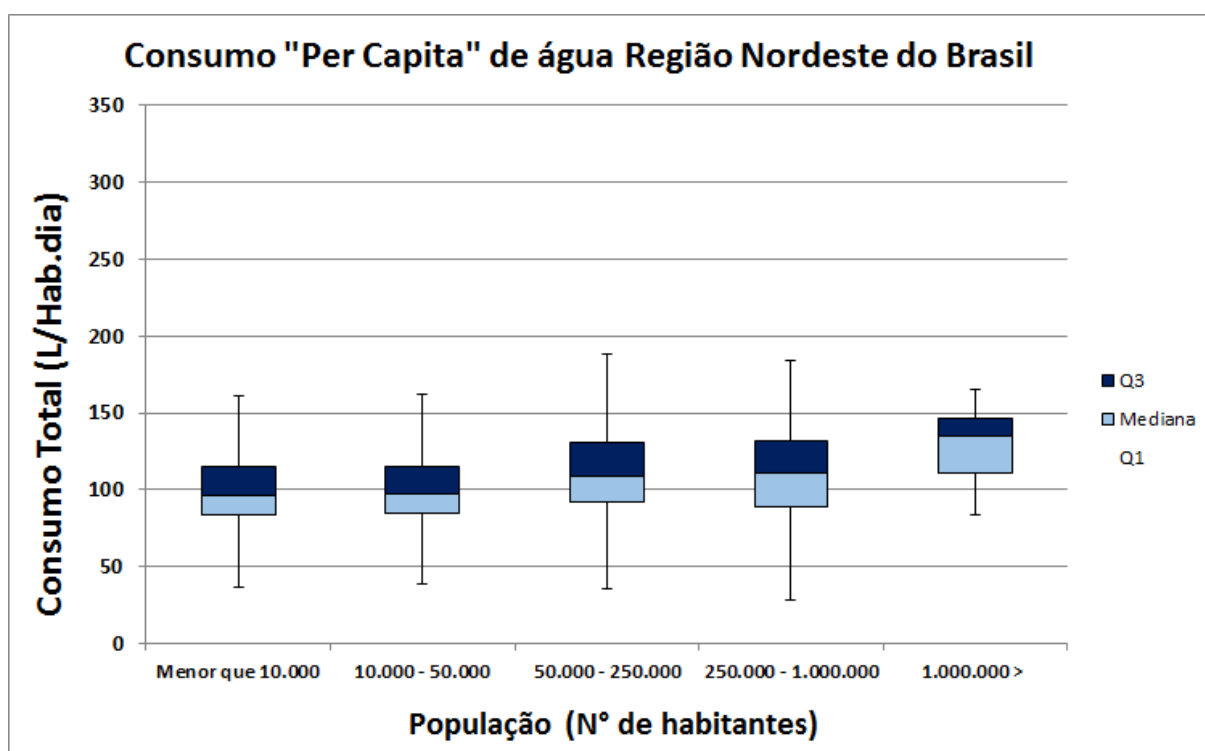


Figura 10 - Distribuição do Consumo de água para a região Nordeste do Brasil

REGIÃO	Faixa populacional (Nº de habitantes)	Consumo Per capita (L/Hab.dia)
NORDESTE	Menor que 10.000	83,3 a 114,6
	10.000 a 50.000	84,6 a 115,6
	50.000 a 250.000	92,2 a 130,8
	250.000 a 1.000.000	88,7 a 131,7
	Maior que 1.000.000	111,2 a 146

Tabela 7 - Intervalos interquartílicos para a região Nordeste do Brasil

5.3.4 REGIÃO CENTRO OESTE

O centro oeste apresenta uma considerável relevância no panorama hidrológico nacional, uma vez que estão situados os principais centros dispersores de água no território brasileiro. Nesta região estão presentes 3 das 8 maiores bacias brasileiras, a dos rios Amazonas, Tocantins e Paraná. (GAMA, Isa, 2002). Em cidades entre 10.000 a 50.000 a média no centro oeste chega a 125,65 L/hab/dia; caindo na próxima análise para 120,9 litros. Talvez por um menor número de cidades nessa faixa, já que em cidades com menos de 10.000 habitantes o consumo chega a 126,7 L/hab/dia, maior que nos dois consequentes. .

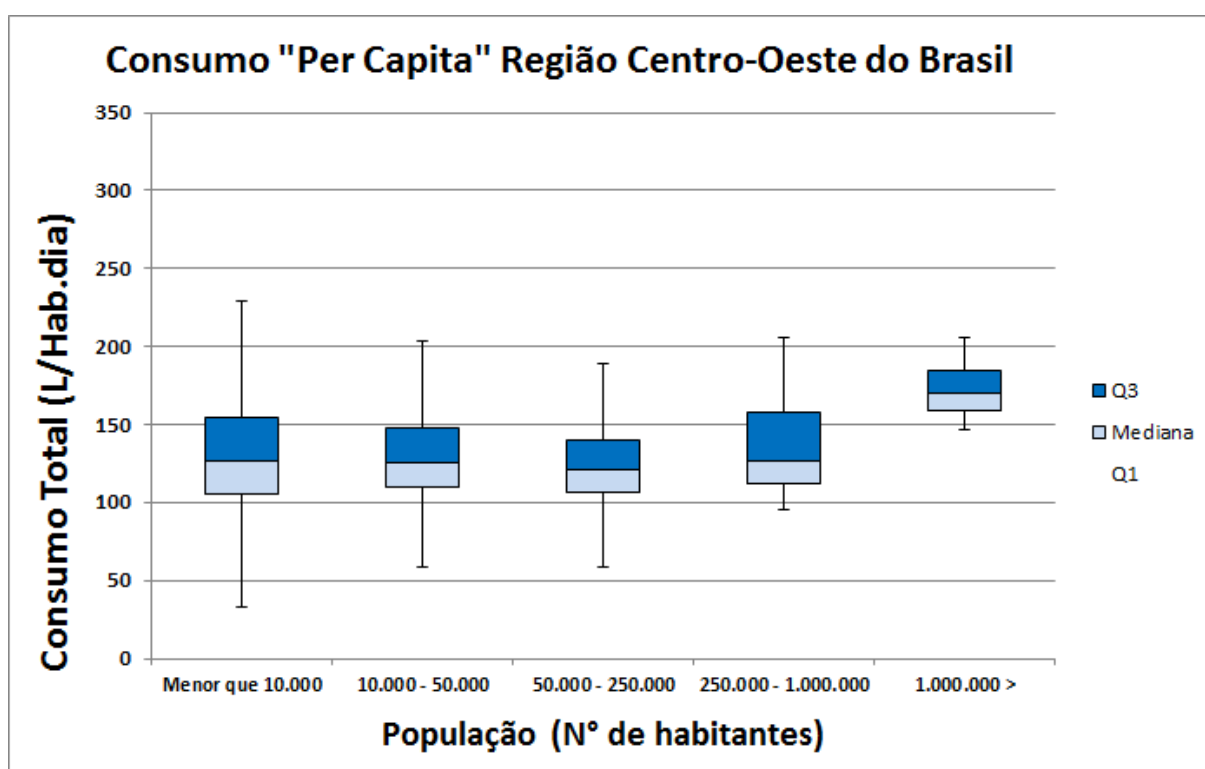


Figura 11 - Distribuição de Consumo para a região Centro-oeste do Brasil.

REGIÃO	Faixa populacional (Nº de habitantes)	Consumo Per capita (L/Hab.dia)
CENTRO OESTE	Menor que 10.000	105,1 a 154,8
	10.000 a 50.000	110,4 a 147,67
	50.000 a 250.000	106,5 a 140,3
	250.000 a 1.000.000	112,3 a 157,32
	Maior que 1.000.000	159 a 184

Tabela 8 - Intervalos interquartílicos para a região Centro Oeste do Brasil

5.3.5 REGIÃO NORTE

Como dito anteriormente, a região Norte concentra mais da metade de todos os recursos hídricos presentes no Brasil. Apresenta como maior valor extremo, o total de 265 L/Hab.dia, ainda assim, não ultrapassando o maior consumo da região Sudeste, que ultrapassa os 300 L/Hab.dia. No geral, apresenta um consumo crescente, com um número menor de municípios com mais de um milhão de habitantes (caixa boxplot mais compacta). Observa-se um pequeno decréscimo de consumo, diferentemente dos gráficos anteriores. Justamente pelos fatos citados anteriormente: a região Norte não concentra grandes metrópoles em sua faixa territorial. A maior parte das cidades é de pequeno e médio porte, que tem influência direta no consumo total de água.

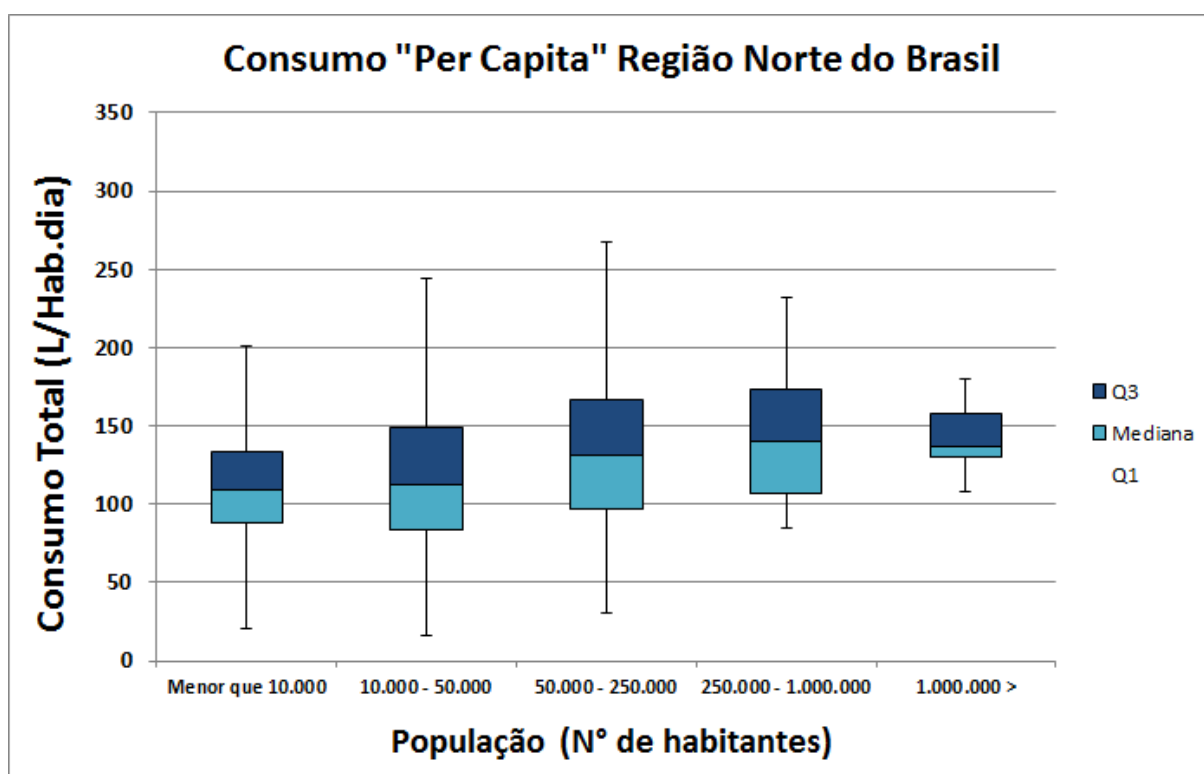


Figura 12 - Distribuição de Consumo para a região Norte do Brasil

REGIÃO	Faixa populacional (Nº de habitantes)	Consumo Per capita (L/Hab.dia)
NORTE	Menor que 10.000	88,4 a 133,65
	10.000 a 50.000	83,35 a 149,35
	50.000 a 250.000	97,3 a 166,75
	250.000 a 1.000.000	107,3 a 173,1
	Maior que 1.000.000	130,1 a 157,5

Tabela 9 - Intervalos Interquartílicos para a região Norte do Brasil

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar o que foi apresentado neste trabalho, verificou-se a importância de análises do comportamento do consumo médio de água em todo e qualquer projeto de abastecimento de água. Para dimensionar as partes componentes, prever futuras ampliações no sistema é preciso conhecer suas vazões de projeto, que só são estimadas de acordo com o conhecimento prévio das atuais vazões. Os dados obtidos são referentes aos últimos 15 anos; apresentam uma satisfatória demonstração de comportamento de consumo médio per capita de água no Brasil. Um resultado, já esperado, que foi observado, é o comportamento crescente de consumo com o aumento da população. Praticamente todas as regiões, e o Brasil, no geral, apresenta esse comportamento. A disponibilização de dados pelo SNIS é de extrema importância para o gerenciamento de recursos hídricos brasileiros, além de fomentar pesquisas, como esta que foi realizada. É vaga a bibliografia a respeito do consumo médio per capita brasileiro em seu total; a maioria dos trabalhos é isolada, de locais específicos, como Ceará, Belo Horizonte, etc. Mas graças a estes, foi possível realizar o presente. A metodologia do Box plot, mostrou-se adequada, e, como observado, expressa satisfatoriamente o comportamento do consumo médio, mostrando sua mediana, seus valores extremos, concentração dos valores, etc. Como resultado principal, temos a tabela de consumo médio no Brasil, que complementou e detalhou mais a literatura.

Este trabalho atualizou a bibliografia a respeito do consumo per capita de água para municípios brasileiro, conforme a região e o porte populacional, possibilitando portanto, adoção mais precisa deste parâmetro, quando do planejamento de um sistema de abastecimento de água.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAMA, Isa. Perfil ambiental dos recursos hídricos no Centro-Oeste expandido. XIII. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, Minas Gerais, 2002.

MAGALHÃES, Carlos Augusto; MORENO, José; JÚNIOR, Alceu Castro de. Estimativa do Consumo Per capita em comunidades atendidas pela unidade de negócio do médio Tietê. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, João Pessoa, 2001.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos Vol.1. Belo Horizonte, UFMG, 1995.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Brasil : Abundância, desperdício e escassez. BAHIA ANÁLISE & DADOS , Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

CARMO, R; DAGNINO, R. ; JOHANSEN, I. *Transição Demográfica do Consumo Urbano de água no Brasil*. Revista Brasileira. Est. Pop., Rio de Janeiro, v. 31, n.1, p. 169-190, jan./jun. 2014.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Nordeste: desperdício e escassez. ESTUDOS AVANÇADOS 11 (29), 1997.

SILVA, W. ; SILVA, L. ; CHICHORRO, J. Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá. Nota Técnica; Vol.13 - Nº 1 - jan/mar 2008, 8-14.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Distribuição da água no Brasil"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em 03 de maio de 2017.

CUNHA, Keylla Fernandes da. Caracterização e Monitoramento do consumo de água em habitações de interesse social. 2013. 95 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

MATOS, Jennifer Conceição C. Teixeira. Proposição de método para definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano. 2007. 122 f. Dissertação de Mestrado em tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

OLIVEIRA, J. ; FILHO, M. Consumo per capita de água na cidade de Natal, segundo a estratificação econômica. IV SEREA – Seminário Hispânico sobre sistemas de abastecimento Urbano de água. João Pessoa, 2004.

PIFFER, Vanessa *et all*. Estimativa de Consumo per capita de água tratada para uso doméstico por meio de ferramentas estatísticas: Estudo do caso da cidade de Ariquemes (RO). 2015. 7 f. Artigo técnico. Revista DAE, Sabesp, 2016.

HOWARD, G. ; BARTRAM, J. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health organization, 2003.

HELLER, L. ; PÁDUA, V. Abastecimento de água para consumo humano. Vol 1. Belo Horizonte, UFMG, 2010.

MEDEIROS FILHO, Carlos Fernandes. Abastecimento de água. Campina Grande, UFCG, 2009.

BUSSAB, W.; MORETTIN, P. Estatística Básica. 4ª Edição, São Paulo, 1981.

ELLIS, Bárbara. Análise do consumo per capita em estado do Ceará. 2015. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

Agência Nacional de Águas (ANA). Informe Conjuntura de Recursos Hídricos. 2016. 97 páginas. Brasília, DF, ANA, 2016.

RAPAZOLINI, Maria; Guinter, Wanda. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. USP/BIBLIOTECA DIGITAL DE PRODUÇÃO INTELECTUAL, 2008.

ATLAS BRASIL; Abastecimento Urbano de água: panorama nacional / Agência Nacional de Águas(ANA): Engercorps/Cobrape. Volume I, 72p; Brasília, 2010.

