



## Distribuição espacial de indicadores operacionais de serviço de abastecimento de água no Nordeste Brasileiro

### *Spatial distribution of operational indicators of water supply service in the Northeast region of Brazil*

Sayonara Costa de Araújo<sup>1\*</sup>; José Adalberto da Silva Filho<sup>2</sup>; Gabriela Muricy de Souza Silva<sup>3</sup>; Maria do Carmo de Souza Cabral Filha<sup>4</sup>; Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira<sup>5</sup>

**Resumo:** A garantia do acesso a água, em quantidade e qualidade, é um direito que todas as gerações devem desfrutar. No entanto, uma parcela considerável de indivíduos ainda não tem acesso a água por meio de um sistema de abastecimento. Mediante o cenário preocupante a respeito dos recursos hídricos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho dos serviços de abastecimento de água na Região Nordeste do Brasil através de indicadores de desempenho. Para tal, foram coletados dados oriundos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referente a quatro indicadores operacionais do serviço de água: o índice de atendimento total de água (IATA), o índice de consumo de água (ICA), consumo médio per capita de água (CMPC) e o índice de perdas na distribuição (IPD). Os resultados demonstraram que nenhum dos estados da região apresentaram IATA inferior a 40% como também não atingiram 100% de acesso ao serviço de abastecimento de água. Observou-se uma variação acentuada no ICA (entre 35 e 65%) e que o consumo per capita na maioria dos estados da região não encaixaram-se nas recomendações definidas pela ONU. Verificou-se ainda, uma situação crítica quando avaliado quantidade de água tratada perdida por meio da rede distribuição, uma vez que a Região Nordeste apresentou um IDP de 49,8%. A análise de indicadores do serviço de abastecimento de água é fundamental para auxiliar no planejamento e execução de políticas públicas, gestão dos serviços, e principalmente, avaliação do setor de saneamento.

**Palavras-chave:** Mapeamento; recursos hídricos; saneamento básico.

**Abstract:** Ensuring access to water, both in quantity and quality, is a right that all generations should enjoy. However, a considerable number of people still do not have access to water through a water supply system. Through the worrying scenario regarding the water resources, this study aimed at evaluating the performance of water supply services in the Northeast region of Brazil through performance indicators. The authors collected data from the National Sanitation Information System, for four operational indicators of water service: the index of water supply service (IATA), the index of water consumption (ICA), the per capita water consumption (CMPC) and the index of loss in the distribution system (IPD). The results showed that none of the states in the region had a value of IATA less than 40%, but also did not reach 100% in access to water supply service. There was a notorious variation in water consumption (ICA between 35 and 65%) and the per capita consumption in most states of this region did not follow the recommendations set by the United Nations. There was also a critical situation when the authors measured the quantity of treated water lost through the distribution network, since the value of IPD in the Northeast region of Brazil was equal to 49,8%. The analysis of indicators are key tools to assist in planning and execution of public policies, management services and, especially, in the evaluation of sanitation sector.

**Key words:** Mapping; water resources; basic sanitation.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/02/2015; aprovado em 25/03/2016

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande; Pombal-PB; 83999545110; sayonara-vr@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande; adalbertosilva15@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheira de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande; gabrielamuricy26@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenheira de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande; docarmocabral2@hotmail.com

<sup>5</sup>Doutora em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande; vbnogueira@ccta.ufcg.edu.br



## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a pressão sobre os recursos hídricos vem se intensificado, e a preocupação que antes referia-se a aspectos quantitativos sofreu alterações, passando a vigorar também no que se refere a qualidade deste recurso (LOPES et al., 2016). No Brasil, foi instituído, em 1997, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) por meio da Lei nº 9.433, sendo um dos objetos assegurar as gerações atuais e futuras a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para cada uso (BRASIL, 1997).

Agência Nacional de Águas (2012) destaca a importância do fornecimento adequado de água, em quantidade e qualidade, como sendo um fator condicionante para desenvolvimento socioeconômico de qualquer sociedade, tendo reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população.

Nesse contexto, ações de saneamento básico, como o acesso aos serviços de abastecimento de água, são indispensáveis para a melhoria da qualidade de vida da população e fundamentais para garantir a conservação do meio ambiente (LOPES et al., 2016). A Fundação Nacional de Saúde (2004) define sistema de abastecimento de água como "um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos".

Contudo, um contingente considerável da população carece deste serviço, constituindo-se em um dos principais problemas enfrentados no mundo (FERREIRA et al., 2014). O acesso a água potável e saneamento é uma das metas dos "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)". Estes integram a Agenda 2030 e são compostos de 17 Objetivos e 169 metas, com enfoque na erradicação da pobreza, crescimento econômico e na sustentabilidade do planeta, buscando por meio destes concretizar os direitos humanos e alcançar a igualdade em todos os aspectos (PNUD, 2016).

No Brasil, promover acessibilidade total do fornecimento de água por uma rede de abastecimento, ainda é uma realidade distante e procrastinada. De acordo com diagnóstico realizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, em 2014, cerca de 83% dos brasileiros são atendidos por um sistema de abastecimento de água (BRASIL, 2016). Embora aparentemente seja um percentual favorável, 17% não tem acesso a este serviço básico, na qual representa mais de 35 milhões de brasileiros, sendo essa parcela da população concentrada, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do país (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016).

Agência Nacional de Águas (2010) ressalta o problema enfrentado na Região Nordeste do Brasil com relação a garantia de oferta de água, em especial, para abastecimento humano, sendo as dificuldades atribuídas, principalmente, ao fato de grande parte do território estar inserido em porções que apresentam características de clima semiárido.

Para enfrentar as dificuldades encontradas no setor de saneamento se faz necessário a utilização de ferramentas que auxiliem na sua gestão. Sendo assim, a utilização de indicadores de desempenho, medida quantitativa da eficiência dos serviços prestados à população por parte de uma entidade gestora referente a aspectos específicos, são fundamentais para traduzirem as informações de modo claro, racional e transparente (ALEGRE et al., 2000; VIEIRA, BATISTA, 2008; LOPES et al., 2016).

Diversas entidades e organizações nacionais e internacionais utilizam indicadores de desempenho para avaliar as ações de saneamento básico. Em âmbito nacional destacam-se o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR), e o programa desenvolvido pelo Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento (PNQS); internacionalmente tem-se a International Water Association (IWA), Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable e Saneamiento de las Americas (ADERASA), entre outras (VON SPERLING e VON SPERLING, 2013).

Diante do exposto, o presente artigo teve por objetivo avaliar o desempenho dos serviços de abastecimento de água no Nordeste brasileiro por meio de indicadores operacionais do sistema, com vistas a fornecer informações que possam auxiliar no planejamento e tomada de decisão no setor.

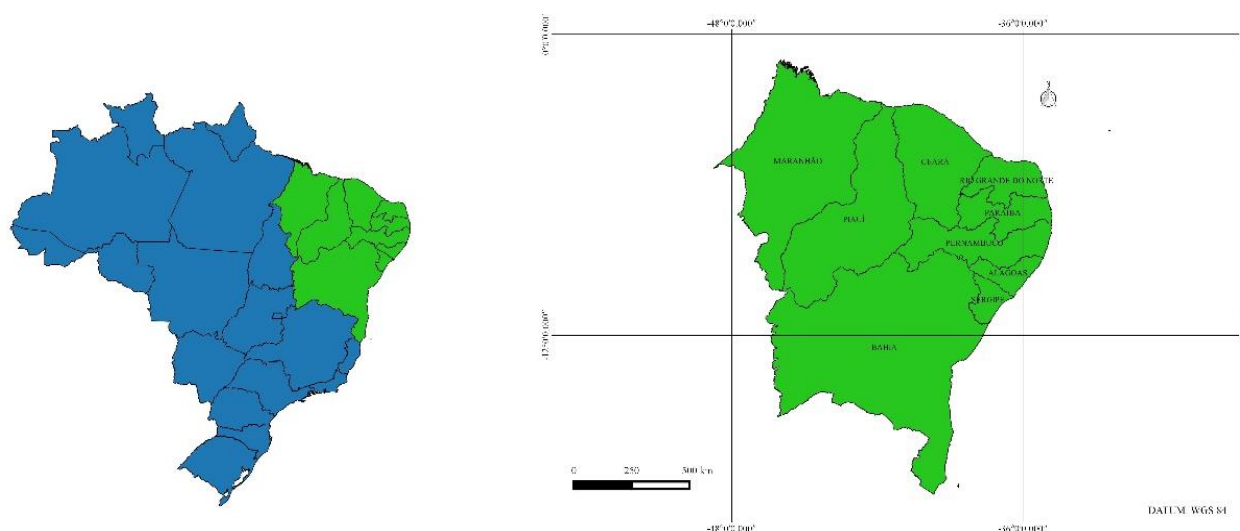
## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A área de estudo utilizada nesta pesquisa foi a Região Nordeste do Brasil. O Nordeste abrange 18,27% do território nacional, ocupando uma área de 1.554.291,31 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A região é composta pelos Estados de Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE), conforme Figura 1.

De acordo IBGE, Censo Demográfico de 2010, sua população era estimada em 53 milhões de habitantes, dos quais 38.821.246 residem em áreas urbanas e 14.260.704 na zona rural. A densidade demográfica é de 34.15 hab/km<sup>2</sup>. Na Tabela 1 é possível visualizar algumas características demográficas dos Estados que compõem a Região Nordeste.

**Figura 1.** Localização geográfica da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autoria própria.

**Tabela 1.** População, área, densidade demográfica e quantidade de municípios dos Estados avaliados.

Estados	População	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	N de Municípios
Alagoas	3.120.494	27.848,16	112,33	102
Bahia	14.016.906	564.732,64	24,82	417
Ceará	8.452.381	148.887,63	56,76	184
Maranhão	6.574.789	331.936,96	19,81	217
Paraíba	3.766.528	56.468,43	66,7	223
Pernambuco	8.796.448	98.076,00	89,62	185
Piauí	3.118.360	251.611,93	12,4	224
Rio Grande do Norte	3.168.027	52.811,11	59,99	167
Sergipe	2.068.017	21.918,45	94,36	75

Fonte: IBGE, Censo Demográfico de 2010

### Procedimentos Metodológicos Adotados

A metodologia adotada para a realização desta pesquisa baseou-se nas seguintes etapas:

#### (a) Obtenção de dados

A base de dados utilizada para compor o estudo foi oriunda do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referente ao ano de 2014 para o componente Água e Esgotos (AE), sendo utilizado apenas os dados relacionados ao serviço de água para os nove estados em questão. O sistema, atualmente, dispõe dos dados mais completos sobre o setor de saneamento no Brasil, constituindo-se na maior e mais importante ferramenta de informações sobre os serviços de água, coleta e tratamento de esgoto, desde 1995, além de manejo de resíduos sólidos urbanos desde o ano de referência de 2002 (SNIS, 2015).

O SNIS foi desenvolvido pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016). As informações disponibilizadas pelo SNIS são coletadas anualmente e provêm de prestadores de serviços ou órgãos municipais encarregados da gestão dos serviços (SNIS, 2016). Todos os dados utilizados na elaboração de gráficos e mapas nesta pesquisa foram adquiridos por meio do

SNIS, tanto para o ano de referência de 2014 quanto para outros anos.

Em 2014, o SNIS apurou informações sobre abastecimento de água em 5.114 municípios, assegurando uma representatividade de 91,8% em relação ao total de municípios, uma vez que no Brasil existem 5.570 (BRASIL, 2016). Dessa forma, as informações deste estudo são bastante relevantes mediante a confiabilidade dos dados.

#### (b) Seleção e definição dos indicadores operacionais do serviço de abastecimento de água

O SNIS utiliza 84 indicadores divididos em quatro categorias: financeiros, operacionais, de qualidade e balanço contábil para avaliar a qualidade dos serviços de saneamento básico no Brasil. Nesse estudo, foram elencados três indicadores operacionais do componente Água e Esgotos da base de dados do SNIS para realizar as análises. Os indicadores operacionais selecionados foram: índice de atendimento total de água, índice de consumo de água, consumo médio per capita de água e índice de perdas na distribuição. Na Tabela 2 estão as equações utilizadas no cálculo para obtenção dos índices pelo SNIS.

**Tabela 2.** Indicadores selecionados para avaliação do serviço de abastecimento de água e suas respectivas equações.

Indicadores	Equação	Informações das siglas adotadas
IATA (%)	$IATA = \frac{PTABA}{PTM} \times 100 \quad (1)$	PTABA: População total dos municípios atendida com abastecimento de água ano de referência; PTM: População total dos municípios, segundo o IBGE 2010.
Indicadores de Consumo de Água: ICA (%) e CMPC (l/hab./dia)	$ICA = \frac{VAC}{VAP + VAPI - VS} \times 100 \quad (2)$ $CMPC = \frac{PTA - VATE}{VAC} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (3)$	VAP: Volume de água produzido; VAC: Volume de água consumido; VATI: Volume de água tratada importado; VS: Volume de serviço. PTA: População total atendida com abastecimento de água VAC: Volume de água consumido VATE: Volume de água tratada exportado
IPD (%)	$IPD = \frac{(VAP + VATI) - (VAC - VS)}{VAP + VAPI - VS} \quad (4)$	VAP: Volume de água produzido; VAC: Volume de água consumido; VATI: Volume de água tratada importado; VS: Volume de serviço.

IATA - Índice de Atendimento Total de Água; ICA: Índice de Consumo de Água; CMPC: Consumo Médio per Capita de Água; IPD: Índice de Perda na Distribuição.

Fonte: Adaptado do glossário de indicadores - Água e Esgotos do SNIS.

### (c) Tabulação dos dados e Distribuição espacial dos indicadores

A partir da organização e tabulação dos dados, foi feita a distribuição espacial dos índices IATA, ICA e IPD. Para o desenvolvimento dos mapas foi utilizado o software QGIS 2.6.0, uma ferramenta livre de geoprocessamento que permite a manipulação de base de dados geoespaciais, matriciais e vetoriais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Índice de atendimento total de água (IATA)

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS sobre a cobertura de abastecimento de água na Região Nordeste, obteve-se um mapa com os seus respectivos nove estados, em função da quantidade de residências atendidas pela rede geral de abastecimento de água, conforme ilustrado na Figura 2. A melhor cobertura foi constatada no Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe, IATA entre 70 e 90%. Em seguida, com índice entre 60% e 70% estão Piauí, Pernambuco, Alagoas e Bahia. Os resultados mais baixos do serviço de fornecimento de água foram verificados no Ceará (entre 50-60%), e Maranhão, cujo índice encontra-se entre 40 e 50%. Nenhum dos estados apresentou IATA inferior a 40% como também não atingiu 100% de acesso ao serviço de abastecimento de água.

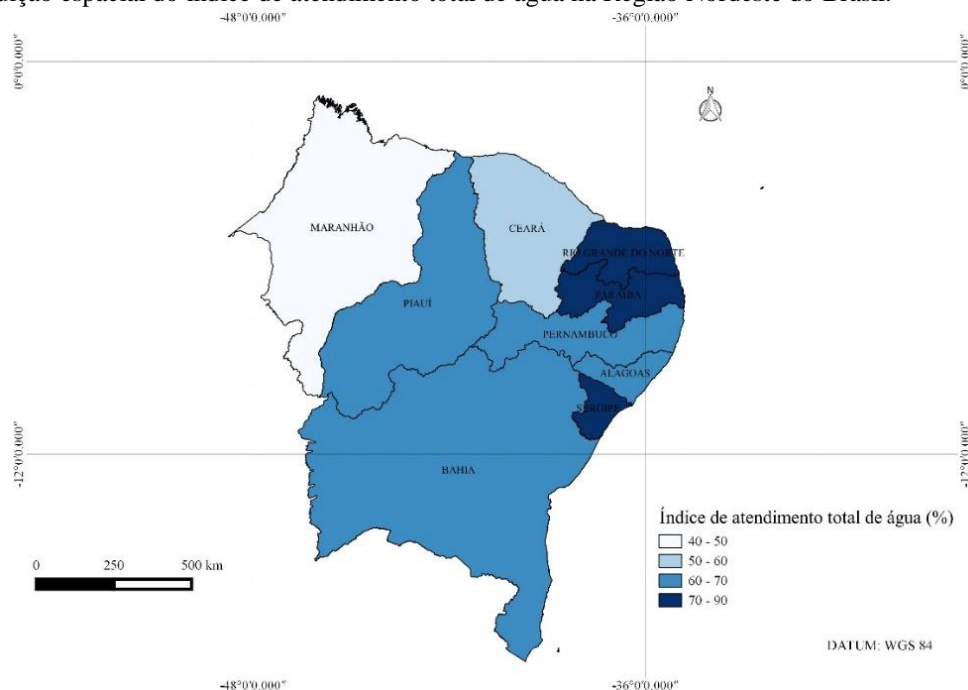
O menor IATA averiguado no Ceará e Maranhão podem ser explicados pelo fato destes Estados disporem de uma

maior disponibilidade de água subterrânea. Os mesmos estão inseridos, quase que em sua totalidade, em importantes Regiões Hidrográficas: Atlântico Nordeste Oriental e Paraíba; e Atlântico Nordeste Ocidental, respectivamente, dessa maneira grande parte da população desses estados tem acesso a água por outros meios, como poços, por exemplo (ANA, 2010).

O IATA da Região Nordeste, em 2014, foi de 72,9% (BRASIL, 2016). Esse percentual de atendimento ainda não é satisfatório, uma vez que não atinge toda a população da região. A situação do acesso a água na região Nordeste é complexa e crítica, ressaltando os problemas que a mesma enfrenta para atender às demandas por água para abastecimento humano, que são: oferta de água insuficiente, devido a distribuição espacial irregular dos recursos hídricos; a diminuição da produção de água, no período de estiagem, dos mananciais; ao mal estado de conservação dos corpos hídricos (águas salobras ou poluídas); aos conflitos existentes e ao pouco investimento na implementação de novos sistemas (ANA, 2006).

Ferreira et al. (2014) alerta que a indisponibilidade de água tratada é um fator de risco, já que os indivíduos se tornam vulneráveis, principalmente, a doenças de vinculação hídrica, dado que a ausência do acesso água potável leva a busca por fontes alternativas muitas vezes consideradas não seguras, como poços, rios.

**Figura 2.** Distribuição espacial do índice de atendimento total de água na Região Nordeste do Brasil.



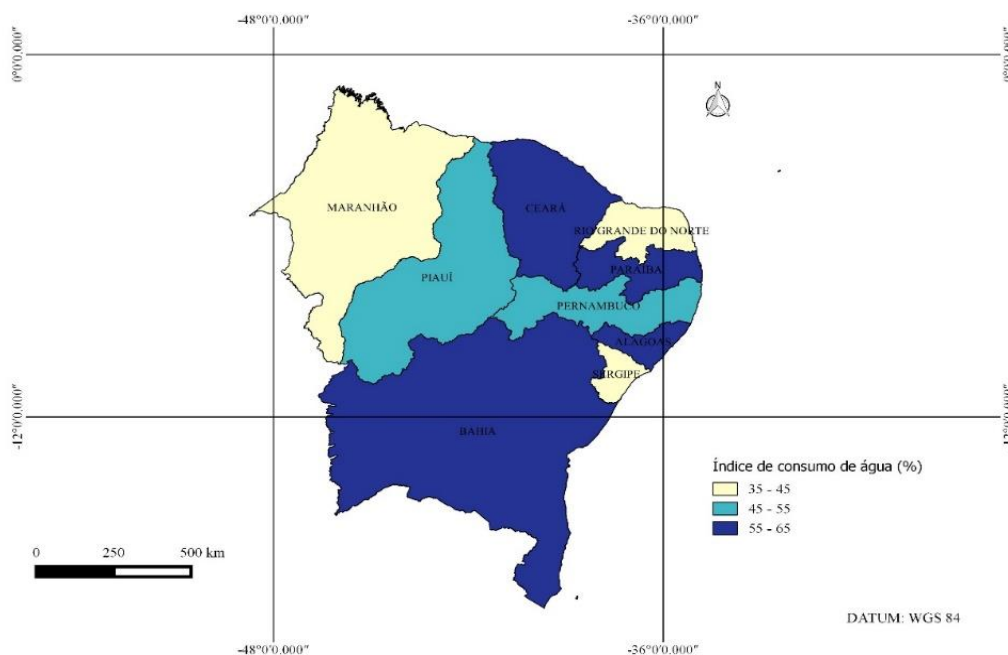
Fonte: Autoria própria.

### Indicadores de consumo de água (ICA e CMPC)

Por meio da análise da Figura 3 é possível averiguar o índice consumo de água (ICA) dos estados do Nordeste brasileiro, calculado por meio da Equação (2) pelo SNIS para o ano de 2014.

Verificou-se que os estados com menor ICA, entre 35 a 45%, foram Rio Grande do Norte, Sergipe e Maranhão. Piauí e Pernambuco apresentaram ICA entre 45 e 55%. O nível mais elevado, faixa entre 55 e 65%, foi constatado na Bahia, Ceará, Alagoas e Paraíba.

**Figura 3.** Distribuição espacial do índice de consumo de água na Região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se ainda que o consumo de água não apresenta relação direta com o acesso a água por intermédio de uma rede de abastecimento, uma vez que, mesmo apresentando o melhor IATA, o Rio Grande do Norte e Sergipe, visto na

Figura 2, dispuseram do menor ICA (Figura 3). Essa afirmação é confirmada através do coeficiente de correlação de Pearson, obtida para os índices IATA e ICA, que foi de 0,25, valor esse considerado fraco, ou seja, as variáveis não

apresentam influência significativa entre si, segundo a classificação definida por Dancey e Reidy (2006).

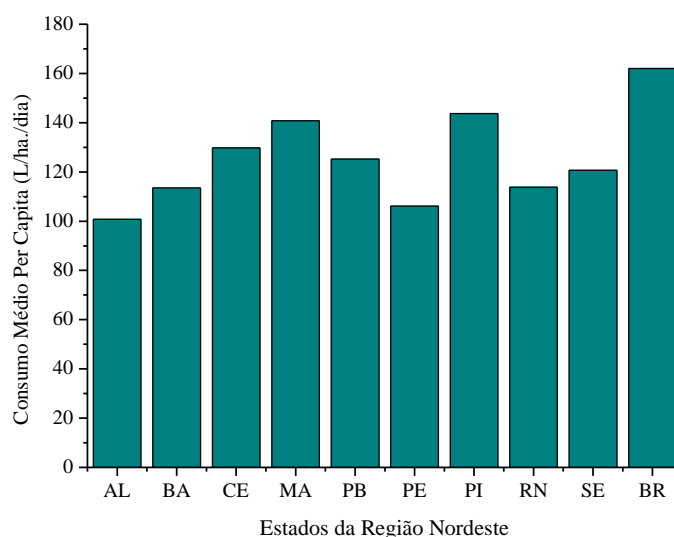
O consumo de água é algo muito variável, pois está relacionado fortemente a diversos fatores, dentre eles pode-se citar o nível de desenvolvimento da localidade, nível de renda das pessoas, intermitência ou regularidade de abastecimento, temperatura média da região e abundância ou escassez de recursos hídricos (BRASIL, 2016).

Outra forma de avaliar o consumo de água de maneira satisfatória é por meio do consumo médio diário per capita. Este parâmetro é uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos, além de auxiliar no gerenciando e planejamento dos recursos hídricos (BRASIL, 2016).

Cabe ressaltar um ponto importante a respeito do ICA e do CMPC. O valor do consumo per capita pode ser diferente do ICA, dado que no cálculo destes indicadores são considerados variáveis distintas como demonstrado nas equações 2 e 3, Tabela 2. Dessa maneira, os resultados tendem a ser diferentes, embora refira-se ao mesmo tema, não havendo, dessa forma, contradições.

Os valores médios para análise do consumo per capita de água para Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE), bem como o valor nacional (BR), podem ser vistos na Figura 4.

**Figura 4.** Valor médio do consumo diário per capita de água em 2014 nos estados da Região Nordeste e no Brasil.



Averiguou-se que os estados mantiveram em 2014, o consumo médio de água por habitante ao dia, abaixo do valor nacional que foi de 160,9 l/hab./dia. Verifica-se ainda que o Piauí apontou o maior consumo per capita da Região Nordeste (143,74 l/hab./dia), sendo o menor valor visto em Alagoas (100,79 l/hab./dia). Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU), as necessidades básicas de um indivíduo são atendidas com o consumo de 110 litros por dia (CAGECE, 2016). Dentro desta perspectiva, apenas Alagoas e Pernambuco encaixaram-se nas recomendações definidas pela ONU.

Outra informação relevante foi constada neste estudo. Verifica-se que o estado da Bahia, obteve menor consumo de água do que o Piauí, sendo a diferença de população exorbitante entre os mesmos, pois a Bahia tem praticamente quatro vezes mais habitantes que o estado do Piauí, como visto na Tabela 1. A não relação existente entre consumo de água e o tamanho da população pode ser certificada nos diagnósticos de anos anteriores disponibilizados pelo SNIS.

Mediante a análise do consumo per capita pode-se inferir que este parâmetro contribui para averiguar o nível de sensibilização dos usuários a respeito da utilização dos recursos hídricos por parte dos usuários, dado que um consumo de água elevado mesmo em situações negativas como pouca disponibilidade e má distribuição do recurso, que é o caso do

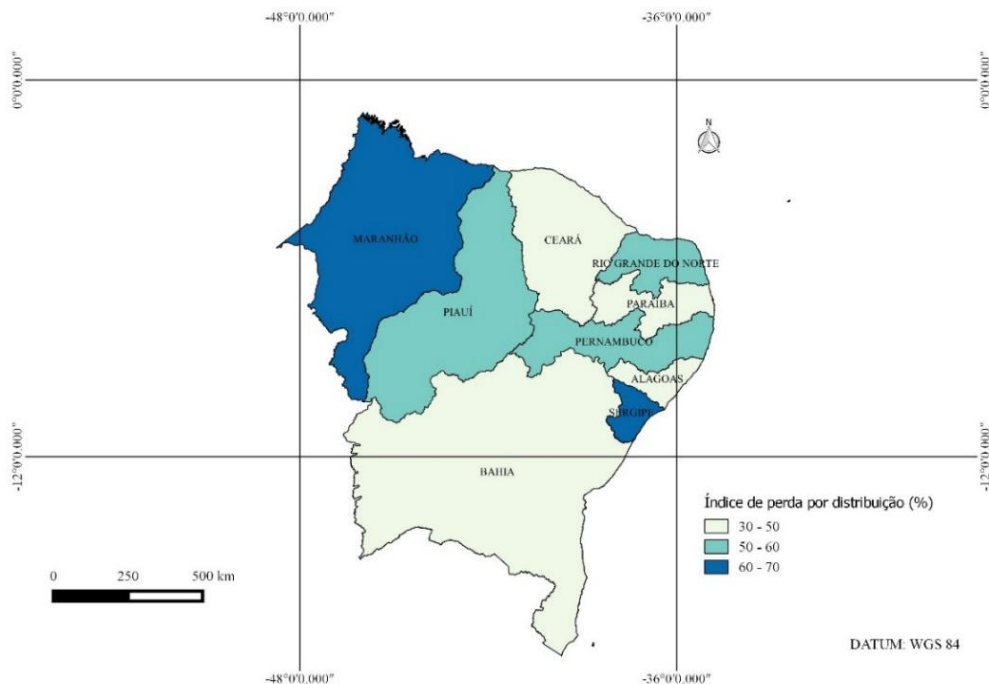
Nordeste, não implica na redução do consumo. A ausência de orientação e sensibilização das pessoas quanto à quantidade de água perdida pelo mau uso, são alguns dos fatores responsáveis pela crise hídrica evidenciada nos últimos anos (OLIVEIRA, CHRISTMANN e PIEREZAN, 2015).

De acordo com o relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Água, publicado pelo Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos (World Water Assessment Programme), até 2030, o planeta enfrentará um déficit de água de 40%, caso não ocorra uma mudança radical na gestão e no consumo deste recurso (UNESCO, 2015).

#### Índice de perdas na distribuição (IPD)

Através da Figura 5, pode-se verificar o cenário crítico da Região Nordeste do Brasil a respeito da água perdida por meio da rede de distribuição. Nota-se que os estados que apresentaram menor IPD, inferior a 50% foram a Paraíba, Bahia, Ceará e Alagoas. Já o Rio Grande do Norte, Pernambuco e Piauí mantiveram a perda de água entre 50 a 60%. Índices entre 60% e 70% são observados no Maranhão e Sergipe. Esses resultados indicam a fragilidade e precariedade do sistema de saneamento e das empresas que operam serviços de abastecimento de água, independentemente de serem públicas ou privadas, na região estudada.

**Figura 5.** Distribuição espacial do índice de perdas na distribuição de água por uma rede de abastecimento na Região Nordeste do Brasil.

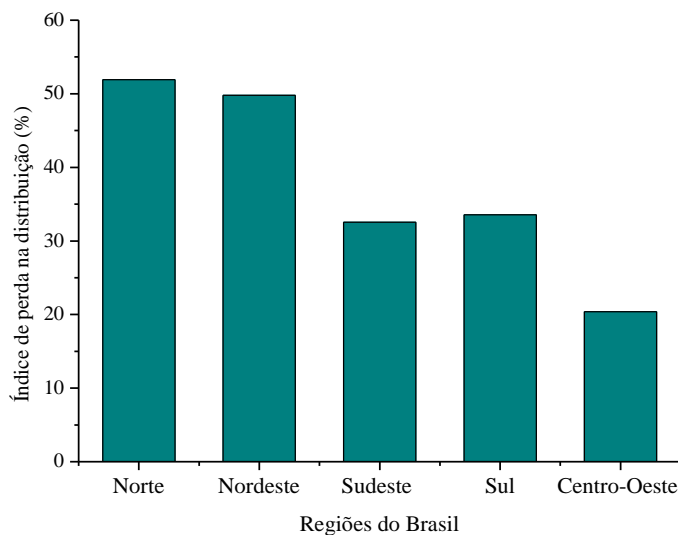


Fonte: Autoria própria.

No ano de 2014, o Nordeste destacou-se juntamente com a Região Norte do país em termos de perda de água tratada por meio da rede de distribuição, com índices de 49,8% e

51,9% respectivamente, como pode ser visualizado na Figura 6.

**Figura 6.** Índices médios de consumo perda por rede de distribuição de água das regiões brasileiras.



O IPD dessas regiões encontra-se acima da média nacional que é de 37,57% (BRASIL, 2016). De acordo com a ANA (2010), as regiões Norte e Nordeste são as que possuem os maiores problemas nos sistemas produtores de água.

Nota-se que todos os estados estão acima do nível de perdas de água considerado aceitável por Cambrinha e Fontana (2015) que é de 10%. Esse cenário é preocupante, uma vez que as perdas de água em regiões com pouca disponibilidade hídrica, como é o caso de grande parte do Nordeste brasileiro, que de uma área territorial de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>, cerca de 962.857,3 km<sup>2</sup> estão inseridos no denominado

Polígono das Secas, apresentam efeitos negativos diretos sobre a qualidade de vida da população e sobre o meio ambiente (ARAUJO, 2011; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016).

Conforme Cambrinha e Fontana (2015) em virtude das características geográficas da região Nordeste, a água disponível nesses estados precisa ser aproveitada ao máximo, sendo uma das alternativas eficazes para tal o controle das perdas de água durante o processo de captação até o abastecimento da população

Um levantamento divulgado pela IBNET (International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities) mostrou que quanto a perda de água, o Brasil ocupa a vigésima posição em um ranking com 43 países (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015). Ainda de acordo com instituto, foram desperdiçados no país, em 2013, cerca de 6,5 bilhões de metros cúbicos de água tratada, equivalendo a uma perda financeira de 8,015 bilhões de reais.

Em qualquer processo de abastecimento de água por meio de sistemas de distribuição no mundo ocorrem perdas do recurso hídrico (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016). Entretanto, o nível elevado de perdas de um recurso fundamental como água implica em inúmeros problemas, não limitando-se apenas a questão econômica, mas a implicações mais amplas envolvendo outros aspectos, tais como: Políticos (questões relativas às entidades responsáveis pelos serviços como agências de governo); Sociais (envolvendo o uso racional da água, o pagamento ou não pelos serviços, bem como questões de saúde pública); e Ambientais, posto que, com o desperdício aumenta-se a necessidade de exploração de mananciais, além dos impactos decorrentes das obras de saneamento (MORAIS, CAVALCANTE e ALMEIDA, 2010; ABES, 2015).

No Brasil, o desempenho insatisfatório é justificado pelo fato das empresas prestadoras do serviço de abastecimento de água não disporem de um quadro de profissionais suficiente e qualificados para efetuar as funções; vazamentos nas tubulações e ligações clandestinas; além da falta, em alguns casos, de equipamentos e instrumentos como macro e micromedidores; ausência de flexibilidade das operadoras de saneamento para alterar seus orçamentos, entre outros motivos (SILVA, 2005; ABES, 2013).

De acordo com Moraes, Cavalcante e Almeida, (2010) as perdas de água devem ser tratadas e gerenciadas com medidas preventivas, melhorando os procedimentos de manutenção e operação das redes de distribuição, além de envolver também um programa de mudança de hábitos, desde o usuário até o funcionário das prestadoras de serviço.

## CONCLUSÕES

Através da distribuição espacial dos indicadores operacionais do serviço de abastecimento de água na Região Nordeste do Brasil, foi possível identificar de forma mais clara os problemas referentes ao acesso, consumo e perdas de água.

Apesar do Nordeste apresentar um desempenho geral considerado satisfatório com relação ao índice de atendimento de água, percebeu-se a desproporcionalidade da cobertura do serviço entre os estados avaliados.

Mesmo diante das dificuldades enfrentadas com relação a disponibilidade de água e má distribuição do recurso na região, mediante principalmente aos eventos críticos vivenciados nos últimos anos, como período de secas prolongados, o consumo de água revelou a preocupação a respeito do cenário, dado que ICA apresentou percentuais considerados elevados em determinadas localidades como Bahia, Ceará, Alagoas e Paraíba, e o consumo médio per capita foi superior, em grande parte dos estados, ao valor recomendado pela ONU.

Averiguou-se correlação não significativa entre IATA e o ICA, demonstrando que consumo de água pode ser influenciado fortemente por fatores como hábitos culturais e

ausência de sensibilidade dos usuários a respeito da utilização sustentável dos recursos hídricos. Notou-se ainda, a diferença dos resultados obtidos para os indicadores ICA e consumo médio per capita de água, evidenciando a necessidade de compreensão das diferenças existentes entre os dois parâmetros para que não haja contradições.

As perdas de água durante o processo de captação até o abastecimento da população foi o principal problema detectado neste estudo, visto que as perdas acarretam em danos econômicos, sociais e ambientais, o que implica na necessidade dos prestadores de serviços atuarem em ações para a melhoria da gestão no setor.

A avaliação realizada nesta pesquisa mostrou-se ser bastante relevante, pois as informações explícitas podem ser utilizadas no processo de planejamento e gestão dos serviços de abastecimento de água, bem como servir como base para outros estudos com interesse em avaliar a qualidade dos serviços de saneamento básico, sobretudo no que se refere a utilização dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água: posicionamento e contribuições técnicas da abes. 2015. Disponível em:<[http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas\\_abesv2.pdf](http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas_abesv2.pdf) > Acesso em: 29 jan. 2016.

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2013. Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate. Disponível em:<[http://abes-sp.org.br/arquivos/perdas\\_resumo.pdf](http://abes-sp.org.br/arquivos/perdas_resumo.pdf)> Acesso em: 29 jan. 2016.

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. (2000) Performance indicators for water supply services. Londres: IWA Publishing. 160 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A Questão da Água no Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: CGEE, 2012. 432 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultados por estado. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010, 72 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para sedes municipais da Região Nordeste e norte de Minas Gerais. Brasília: ANA, SPR, 2006, 80 p.

ARAÚJO, S. M. S. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE, Paulo Afonso. Ano 5, n. 5, p. 89-98, dez. 2011.

BRAIL. Ministério do Meio Ambiente. Água. Disponível em:<[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publ](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publ)



- icacao/140\_publicacao09062009025910.pdf> Acesso em: 9 fev. 2016.
- BRASIL. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. 1997. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 3 fev. 2016.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.
- CAMBRAINHA, G. M. G.; FONTANA, M. E. Análise da aplicação de investimentos em perdas de água no nordeste brasileiro. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v. 19, n. 2, p.983-994, mai/ago. 2015.
- CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Repense seu Consumo. Disponível em:<<https://www.cagece.com.br/todospelaagua/repense-seu-consumo/>> Acesso em 2 fev. 2016.
- DANCEY, C.; REIDY, J. Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed: 2006, 608 p.
- FERREIRA, E.P.; FERREIRA, J.T.P.; PANTALEÃO, F.S.; FERREIRA, Y.P.; ALBUQUERQUE, K.N.A.; FERREIRA, T.C. Abastecimento de água para consumo humano em comunidades quilombolas no município de Santana do Mundaú – AL. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol.07, n.06, 1119-1125p. set/nov, 2014.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento. 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde 408 p. 2004.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2010. 2010. Disponível em:< <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 dez. 2015.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Brasil perde 39% de sua água tratada e ocupa a 20ª posição em ranking. 2015. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/brasil-perde-39-de-sua-agua-tratada-e-ocupa-a-20-posicao-em-ranking>> Acesso em: 12 jan. 2016.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Perda por água desperdiçada chega a R\$ 8 bilhões ao ano, aponta estudo. 2015. Disponível em:<<http://tratabrasil.org.br/perda-por-agua-desperdicada-chega-a-r-8-bilhoes-ao-ano-aponta-estudo-15>> Acesso em: 29 jan. 2016.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Perdas de água: entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento à escassez hídrica no Brasil. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/book.pdf>> Acesso em: 2 jan. 2016.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do saneamento. São Paulo: GO Associados, 2016.
- LOPES, W. S.; RODRIGUES, A. C. L.; FEITOSA, P. H. C.; COURA, MÔNICA DE AMORIM; OLIVEIRA, R.; BARBOSA, D. L. Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 21, n.1, Porto Alegre, p. 01-10., 2016.
- MORAIS, D. C.; CAVALCANTE, C. A. VIRGÍNIO; ALMEIDA, A. T. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. *Pesquisa Operacional*, v.30, n.1, p.15-32, jan/abr., 2010.
- OLIVEIRA, T.D., CHRISTMANN, S.S., PIEREZAN, J.B. Aproveitamento, captação e reuso das águas pluviais na arquitetura. *Revista Gestão e Desenvolvimento em contexto-GEDECON*, edição especial, 15 p., 2015.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em:<<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015/sdg-overview/>> Acesso em: 16 fev. 2016.
- SILVA, F. J. A. Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará. *Rev. Tecnologia, Fortaleza*, v. 26, n. 1, p. 1-11, jun. 2005.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Aplicação da Web série histórica. 2015. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>>. Acesso em: 6 jan. 2016.
- UNESCO- Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência, e a Cultura. Gestão mais sustentável da água é urgente, diz relatório da ONU. 2015. Disponível em:< [http://www.unesco.org/new/pt/brasil/pt/about-this-office/single-view/news/urgent\\_need\\_to\\_manage\\_water\\_more\\_sustainably\\_says\\_un\\_report/#.Vrt-bOar3K8](http://www.unesco.org/new/pt/brasil/pt/about-this-office/single-view/news/urgent_need_to_manage_water_more_sustainably_says_un_report/#.Vrt-bOar3K8)> Acesso em: 15 jan. 2016.
- VIEIRA, J. M. P.; BAPTISTA, J. M. Indicadores de Desempenho para Melhoria dos Serviços de Saneamento Básico. *Rev. Eng. Civil*, n. 33, p. 87-112, 2008.
- VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. *Rev. Eng. Sanitária Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 313-322, out./dez. 2013.