

## **XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO FORTALEZA, CEARÁ**

*Renata Locarno Frota<sup>1</sup> ; Samíria Maria Oliveira Silva<sup>2</sup> & Victor Costa Porto<sup>1</sup>*

**RESUMO** – A segurança hídrica tem evoluído e englobado em seus estudos os fatores sociais além da disponibilidade física da água. A diversidade desses fatores e a avaliação do acesso a água se torna inevitável para a compreensão do sistema de recursos hídricos. Para analisar tais aspectos muitos índices têm sido utilizados. Portanto, este artigo propõe a aplicação do índice de acessibilidade como ferramenta de subsídio à análise da segurança hídrica urbana. O índice foi aplicado para a cidade de Fortaleza e relaciona a conta de água à renda mensal per capita. Observou-se que 18,5% dos bairros possuem uma conta de água com parcela significativa na renda mensal e que 11,7% são bairros de baixa renda e com rede de esgotamento sanitário recente, significando um aumento no índice nestas regiões. Viabilizar o preço da água dentro dos 5% recomendados é um desafio visto que é necessário cobrir custos relacionados aos serviços de água e infraestrutura, assim como custos ambientais.

**ABSTRACT**– Water security has evolved and encompassed in its studies social factors in addition to the physical availability of water. The diversity of these factors and the assessment of access to water becomes inevitable for the understanding of the water resources system. Many indexes have been used to analyze such aspects. Therefore, this article proposes the application of the accessibility index as a subsidy tool for the analysis of urban water security. The index was applied to the city of Fortaleza and related the water bill to the per capita monthly income. It was found that 18.5% of the neighborhoods have a water bill with a significant portion of monthly income and that 11.7% are low-income neighborhoods with a new sewerage network, meaning an increase in the index in these regions. Enabling the price of water within the recommended 5% is a challenge since it is necessary to cover costs related to water and infrastructure services, as well as environmental costs.

**Palavras-Chave** – Segurança Hídrica, Índice de acessibilidade, Preço da água.

---

1) Afiliação: Doutoranda na Universidade Federal do Ceará, Bloco 713 - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - DEHA/UFC, (85)999980718, renata.locarno@hotmail.com, (85)988331003, victoreporto@gmail.com

2) Afiliação: Professora no Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA/UFC), Bloco 713 - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, (85)997666399, samiriamaria@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A segurança hídrica é um dos maiores desafios do século XXI. Ela é um problema que vai além da oferta e da demanda e engloba o sistema de recursos hídricos, principalmente a intervenção humana (SRINIVASAN *et al.*, 2017). Para a melhor compreensão do tema, é essencial expandir o conhecimento sobre as influências físicas e sociais (GUNDA *et al.*, 2019).

Segundo o Global Water Partnership (2000), a segurança hídrica é definida como o acesso à água limpa em quantidade suficiente num custo acessível para cada indivíduo e garantindo que o meio ambiente está protegido. Porém, ainda existe um caminho longo para garantir a segurança hídrica, pois estima-se que cerca de 884 milhões de pessoas não possuem acesso a fontes seguras de água (UNITED NATIONS, 2009). Além disso, outras 2,5 bilhões não têm acesso a serviços de saneamento básico.

Nessa temática, inúmeros índices têm sido desenvolvidos para tentar quantificar os riscos, a vulnerabilidade e o stress do sistema de recursos hídricos (BROWN & MATLOCK, 2011, CHAVES & ALIPAZ, 2007). Assim, o índice que vamos abordar no trabalho é relacionado a acessibilidade a água.

O problema da acessibilidade da água torna-se grave em algumas regiões do mundo como resultado de um maior estresse hídrico associado às mudanças climáticas (BATES *et al.*, 2008) e aumento da população (UNITED NATIONS, 2009). Este é o caso do Ceará que possui alta variabilidade climática e passa por períodos de seca com bastante frequência. Sendo necessárias medidas que visam a economia de água, como tarifas de contingência, ou seja, aumento no preço da água em busca propiciar a redução do consumo e a conservação da água.

Um dos principais desafios dos gestores é o desenvolvimento das tarifas de água, pois ela deve atender a objetivos de eficiência, acessibilidade e recuperação de custos sem sobrecarregar os consumidores (OCDE, 2003).

Deste modo, o estudo pretende analisar a acessibilidade da água utilizando um índice que verifica a porcentagem da conta de água em relação a renda per capita e aplicando-o a cidade de Fortaleza, estado do Ceará. Assim, pode-se ter um olhar crítico sobre a condição da acessibilidade de água no município e posteriormente fazer as modificações necessárias nesta tarifa.

### ***Índice de Acessibilidade***

O índice de acessibilidade – AI (OECD, 2003) é um dos indicadores mais utilizados para comparações internacionais de acessibilidade dos serviços de água e relaciona a conta de água com a renda conforme definido na equação 1:

$$AI = WB/Y \quad (1)$$

onde  $W$  são os custos dos serviços essenciais de água e esgoto;  $B$  é o consumo de água per capita;  $Y$  é a média da renda mensal per capita.

Portanto, a acessibilidade é definida como a parcela da renda gasta nas contas de água.

Segundo García-Valiñas *et al.* (2010) esse índice é considerado um macro índice utilizado para comparar acessibilidade entre países. Porém, neste estudo, visando aplicá-lo de forma mais específica foi escolhida a cidade de Fortaleza como local de aplicação.

Algumas instituições internacionais como o Banco Mundial e a OCDE sugerem que as contas de água não devem exceder de 3 a 5% da renda. Reynaud (2008) definiu a família 'pobre em água' como uma família que gasta 3% ou mais de sua renda para pagar taxas de água. Neste estudo considerou-se o valor de 5% devido ao Brasil ser um país em desenvolvimento.

## **METODOLOGIA**

### **Local de Aplicação**

A aplicação do índice foi realizada para a cidade de Fortaleza, localizada no estado do Ceará, Brasil. De acordo com o IBGE (2019), Fortaleza tem uma população de 2.643.247 habitantes e uma área de 312.407 km<sup>2</sup>. A cidade possui 119 bairros, os quais foram considerados como unidades de estudo.

Para a realização do estudo utilizou-se o software livre QGIS (Sistema de Informações Geográficas Quânticas) para manipulação de dados. Este software é uma ferramenta para apresentação e processamento de dados de informações espaciais. É um sistema capaz de capturar, armazenar e analisar informações geograficamente referenciadas. A combinação de dados espaciais com várias informações estatísticas disponíveis no GIS fornece suporte aos tomadores de decisão para um melhor planejamento da comunidade (DIPALI *et al.*, 2019).

Para a análise foram necessários os shapefiles da renda média (Figura 1) e da cidade de Fortaleza, obtidos por meio do site do Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR). Os dados da renda foram retirados do Censo 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística) e, portanto, são os mais atuais encontrados. Além disso, foi obtido unto à CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) dados de consumo micromedidos (L/pessoa/dia) por bairro e setor usuário, a qual foi transformada em shapefile (Figura 2). Nesses dados, apenas o bairro Coaçu, apresentava ausência de informações

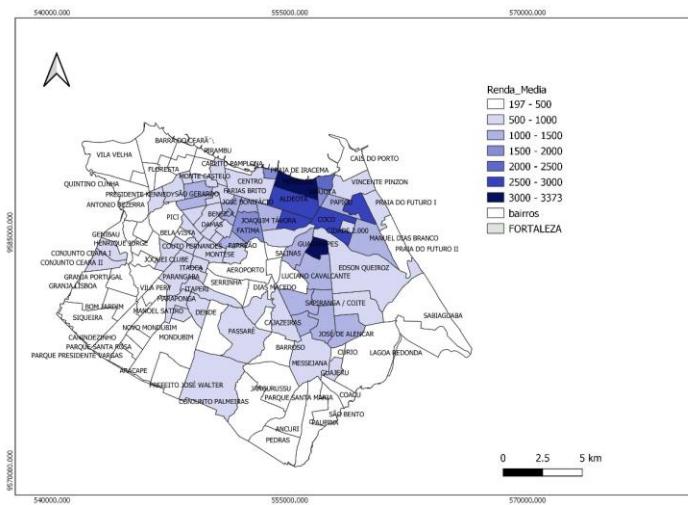


Figura 1 - Mapa da renda mensal de Fortaleza por bairros.

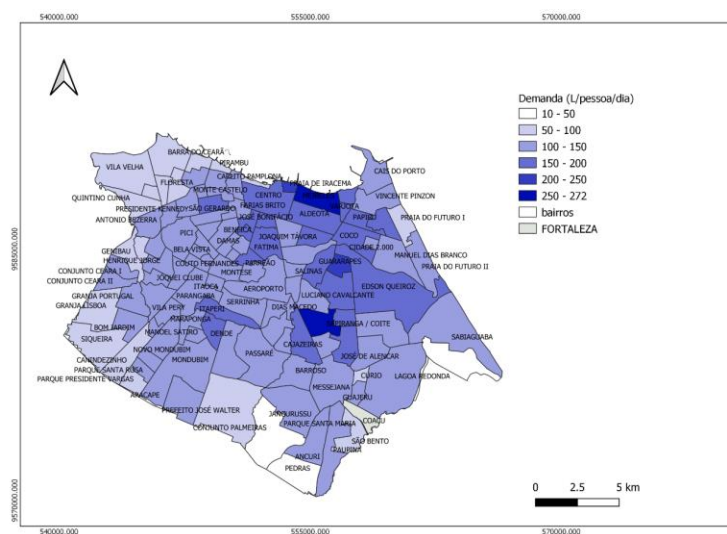


Figura 2 - Mapa da demanda de água de Fortaleza por bairros.

A CAGECE é responsável por realizar as medições para aferimento do volume de água consumido, além disso o usuário da rede de esgoto paga 80% do volume faturado de água pelo serviço de coleta e tratamento do esgoto. Porém, nem toda a cidade possui rede de esgotamento sanitário. Segundo o Plano Municipal de Saneamento de Fortaleza (FORTALEZA, 2014), a cobertura de abastecimento de água na cidade é de 98,65% e para esgoto é 57,84%. Portanto, foi necessário selecionar os bairros que possuem mais de 50% da rede de esgotamento sanitário para que fosse possível realizar a cobrança pelo esgoto e os que possuem menos de 50% foram selecionados como sem rede de esgotamento sanitário onde foi cobrado apenas o volume consumido de água.

A CAGECE possui uma estrutura tarifária composta de oito categorias: Residencial social, residencial popular; residencial normal, comercial popular; comercial II industrial, pública; e entidade Filantrópica. Foram consideradas para o estudo todas as residências como padrão normal. A tabela 1 apresenta os valores utilizados para o cálculo.

Tabela 1 – Tarifa de água e esgoto.

	Faixa de Consumo	Tarifa de água (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa de esgoto (R\$/m <sup>3</sup> )
Residência Normal	0 a 10	4,03	4,46
	11 a 15	5,23	5,72
	16 a 20	5,65	6,20
	21 a 50	9,69	10,65
	>50	17,11	18,82

Fonte: CAGECE, 2020.

Utilizando o software R, foi contabilizado o consumo mensal de água por pessoa para cada bairro e depois aplicado a tarifa de acordo com suas respectivas faixas. O mesmo foi feito para o esgoto, aplicando-se 80% do volume de água. Posteriormente somou-se esses valores para uma tarifa total aplicada aos bairros com esgotamento sanitário superior a 50%. Nos bairros classificados como sem esgotamento sanitário apenas a tarifa de água foi contabilizada.

## RESULTADOS

A Figura 3 representa os bairros com esgotamento sanitário superior a 50% (em verde), e inferior a 50% (em roxo). Na área verde foi considerado o volume de água acrescido de 80% referente ao volume de esgoto. Já na área roxa, apenas o volume de água foi considerado, pois a rede de esgotamento sanitário ainda não foi implantada nessas regiões ou é inferior a 50%. Muitas áreas utilizam o sistema de fossa séptica ou despejam o esgoto de maneira irregular em córregos (MAGINI et al., 2007; DOS SANTOS & ARAÚJO, 2019).

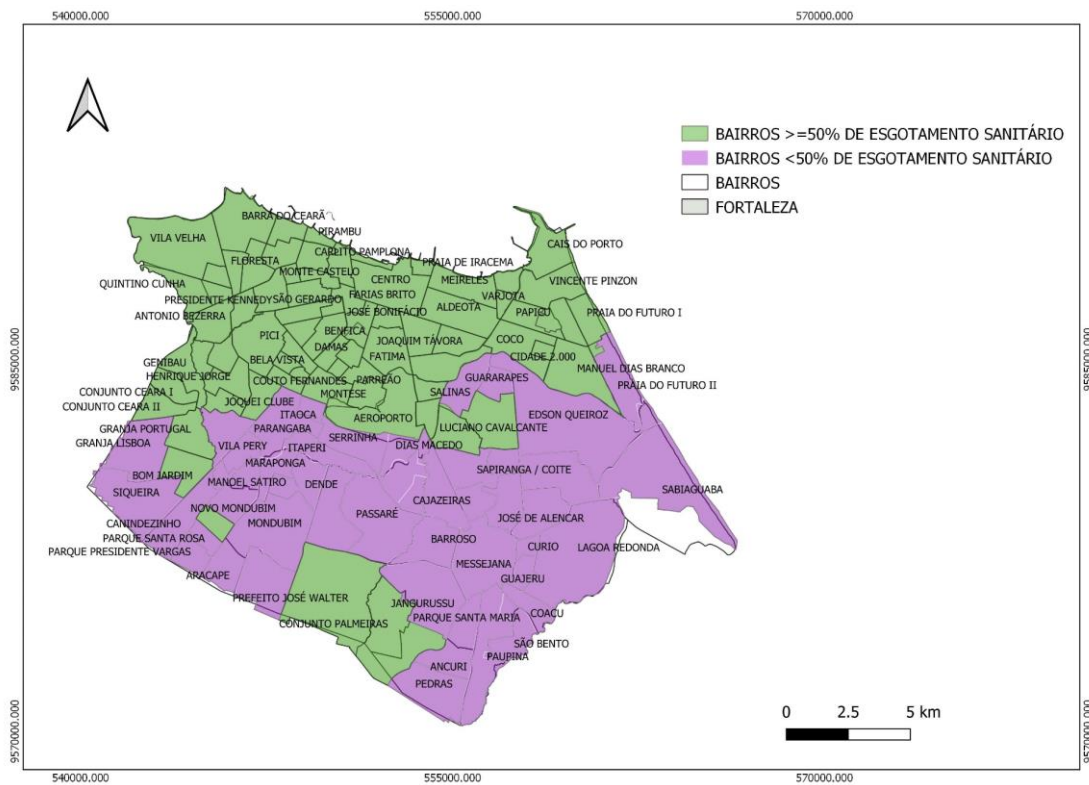


Figura 3 – Bairros com e sem esgotamento sanitário em Fortaleza.

O índice expôs que a porcentagem da conta de água em relação a renda média variou entre 0,30% a 9,80% (Figura 4). Dos 119 bairros de Fortaleza, 22 deles estão acima dos 5% recomendados, ou seja, 18,5% dos bairros possuem uma conta de água com parcela significativa na renda mensal.

Um estudo realizado na Malásia (LEE, 2011) constatou que a água não é acessível para 2% das famílias do país. Já em outra pesquisa aplicada para a Indonésia, Bakker *et al.* (2006), descobriu que 43% dos habitantes de Jakarta gastam mais de 5% da sua renda com a conta de água. García-Valiñas et al. (2010) verificou que na região de Andalusia, na Espanha, o índice de acessibilidade varia de 0,26% a 6,95%, tendo uma média de 1,63%.

Assim, pode-se verificar que Fortaleza segue o padrão de uma cidade inserida num país em desenvolvimento, a exemplo de Jakarta, que possui um número considerável de não acessibilidade.

Segundo Komarulzaman et al. (2019), o fracasso em fornecer às famílias água de boa qualidade a preços acessíveis pode impactar negativamente a saúde pública, pois o alto custo da água pode levar famílias a usar fontes alternativas de água, de menor qualidade, aumentando o risco de doenças, como diarreia. Ou a família a reduzir o consumo e consequentemente, reduzindo a higiene, o que também aumenta o risco de doenças.

A rede de esgotamento sanitário está expandindo para bairros com menor poder aquisitivo, resultando num aumento do índice pois a renda mensal continua a mesma, porém agora o consumo do esgoto é considerado na conta de água. Isso foi observado em 14 bairros, ou seja, 11,7% dos bairros.

Além disso, existem famílias relutantes às ligações de esgoto na rede de esgotamento já que despejam de forma irregular e sem acréscimo monetário.

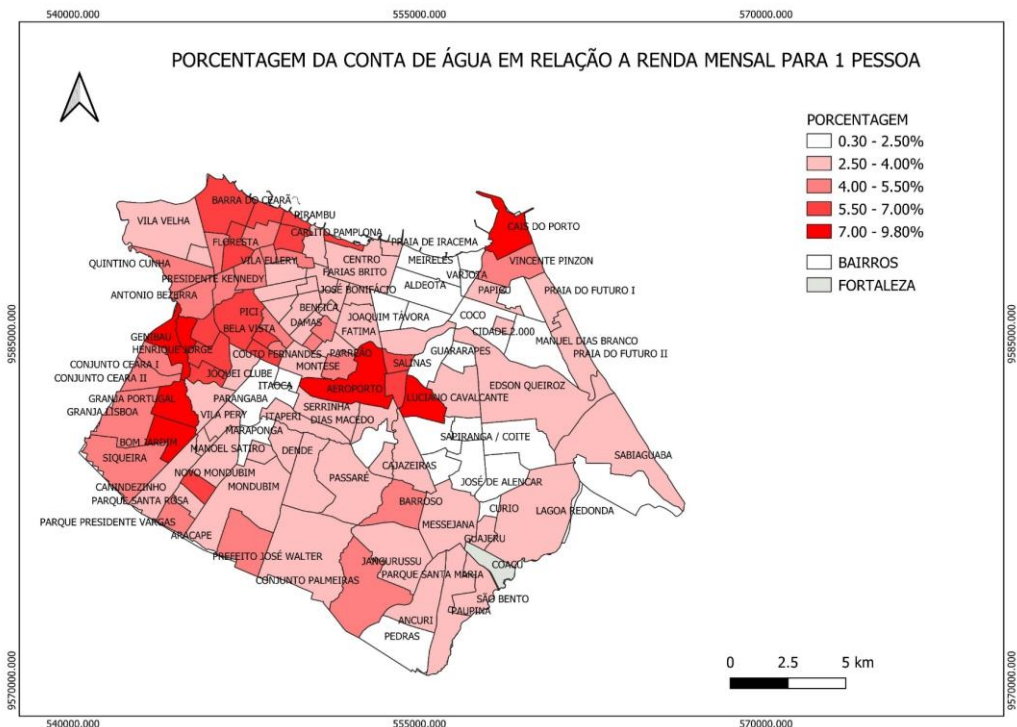


Figura 4 - Índice de acessibilidade de água aplicado aos bairros de Fortaleza.

## CONCLUSÃO

Uma das definições de segurança hídrica é que a água deve ser distribuída em quantidade e qualidade para todos os cidadãos. Assim, com o índice de acessibilidade foi possível analisar quantitativamente esse acesso.

Observou-se que 18,5% dos bairros de Fortaleza possuem uma conta de água com parcela significativa na renda mensal e que 11,7% são bairros de baixa renda e com rede de esgotamento sanitário recente, significando um aumento no índice nestas regiões.

O índice ressalta o desafio de reestruturar a tarifa de água para propiciar a expansão do acesso a água mantendo a viabilidade financeira para a Companhia de Água e Esgoto e cobrindo os custos ambientais.

Uma recomendação é a ampliação dos quesitos para que uma família se encaixe como tarifa social, pois analisando o mapa de renda (Figura 1) é possível observar que existem muitos bairros com renda entre R\$197,00 – R\$500,00.

A aplicação de outros índices é indispensável para demonstrar a robustez da acessibilidade da água. Sugere-se a comparação do índice de acessibilidade com o índice de pobreza da água (Water Poverty) aplicado por Sullivan (2002) em estudos futuros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BAKKER, K., M. KOOY, and N. E. SHOFIANI. (2006). *Human development report*. Human development report office disconnected: Poverty. Jakarta, Indonesia: Water Supply and Development in Jakarta.

BROWN, A. MATLOCK, M. D. (2011). *A review of water scarcity indices and methodologies*. White paper, v. 106, p. 19.

DIPALI, P. et al. (2019). SWMM5 & QGIS.

FORTALEZA. (2014). *Plano Municipal de Saneamento Básico*. Fortaleza: Secretaria Municipal de Urbanismos e Meio Ambiente.



GARCÍA-VALIÑAS, M. D. L. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F. (2010). *Measuring water affordability: a proposal for urban centres in developed countries*. *International Journal of Water Resources Development*, v. 26, n. 3, p. 441-458.

Global Water Partnership (GWP). (2000). *Towards Water Security: A Framework for Action*. Mobilising Political Will to Act Stockholm, Sweden.

GUNDA, T. et al. (2019). *Water security in practice: The quantity-quality-society nexus*. *Water Security*, v. 6, p. 100022.

H.M.L. Chaves, S. Alipaz, (2007). *An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the watershed sustainability index*. *Water Resources Management* 21 883–895, <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-006-9107-2>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2019) *Indicadores Conjunturais em 2019. Brasil: IBGE*. Disponível em:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso em: 6 de novembro 2019.

KOMARULZAMAN, A.; DE JONG, E.; SMITS, J. (2019). Hidden Water Affordability Problems Revealed in Developing Countries. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 145, n. 4, p. 05019006, 2019.

Lee, C. (2011). “Privatization, water access and affordability: Evidence from Malaysian household expenditure data.” *Econ. Modell.* 28 (5): 2121–2128. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.05.003>.

MAGINI, C. et al. (2007). Avaliação ambiental da praia do Futuro, município de Fortaleza–Ceará. *Revista de Geologia*, v. 20, n. 1, p. 91-98.

OECD (2003) *Social Issues in the Provision and Pricing of Water Services* (Paris, France: OECD).

REYNAUD, A. (2008) *Social policies and private sector participation in water supply—The case of France*, in: N. Prasad (Ed.) *Social Policies and Private Sector Participation in Water Supply* (Basingstoke & New York: Palgrave).

DOS SANTOS, L. DE P.; ARAÚJO, H. E. C. (2019). Análise dos aspectos sociais e ambientais à margem do rio Maranguapinho entre os bairros Bonsucesso e Granja Portugal (Fortaleza, Ceará). *GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 10, n. 21, p. 1-21.

SRINIVASAN, V.; KONAR, M.; SIVAPALAN, M. (2017). *A dynamic framework for water security*. *Water Security*, v. 1, p. 12-20.

SULLIVAN, C. (2002). *Calculating a water poverty index*, World Dev. 30, 1195– 1210, [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00035-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00035-9)

United Nations. (2009). *World Population Prospects: The 2008 Revision—Highlights* (New York, NY: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat).