

ANÁLISE GEOESPACIAL E POLÍTICAS PÚBLICAS DE ACESSO À ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADES RURAIS, CEARÁ-BRASIL

Maria Taylana Marinho Moura ¹
Andrea Almeida Cavalcante ²
Marcos José Nogueira de Souza ³

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água, em termos de quantidade e qualidade, é um desafio global, no caso do Brasil o acesso à água potável não é universal, no caso do Semiárido Brasileiro (SAB), os aspectos hidroclimáticos e a política pública estão diretamente atrelados aos meios socioeconômicos de suas populações.

Por outro lado, o uso de tecnologias sociais e infraestrutura hídrica têm sido adotados enquanto política pública por outros países, como a Austrália, que investiu US\$ 13,2 bilhões em usinas de dessalinização (Cassidy, 2017), e Israel, que utiliza energia renovável para dessalinizar água salobra. Nos Estados Unidos, particularmente no sul da Califórnia, a busca por fontes alternativas de água doce se intensificou devido à exploração excessiva das fontes existentes (Australian National Audit Office - ANAO, 2013).

No Brasil, medidas de adaptação às mudanças climáticas por meio de políticas públicas têm sido enfatizadas como alternativa para reduzir a vulnerabilidade hídrica na Região do Semiárido Brasileiro (SAB). O Programa Água Doce (PAD), que visa proporcionar acesso a água de qualidade para cerca de 500 mil pessoas, e o Programa 1 Milhão de Cisternas são exemplos relevantes nesse contexto (Cavalcante Júnior *et al.*, 2019). Considerando o impacto dessas políticas sociais mencionadas, além de outras, esta investigação concentra-se em como a análise geoespacial, contribui para avaliar os impactos dos programas sociais de acesso à água em comunidades rurais durante períodos de secas.

¹ Doutoranda do da Pós-Graduação de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, prof.taylana.marinho@gmail.com;

² Professora Dra. do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, andrea.cavalcante@uece.br;

³ Professor Dr. aposentado do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE,

A pesquisa foi conduzida em comunidades rurais do município de Itapajé, no Ceará. O município está situado na Região de Planejamento do Litoral Oeste / Vale do Curu e faz parte do núcleo de desertificação de Irauçuba/Centro-Norte, caracterizado por irregularidades pluviométricas e uma parte significativa dos solos degradados do ponto de vista geoambiental (MOURA, 2018).

Este trabalho justifica-se pela importância de compreender as relações geoespaciais nas políticas públicas de recursos hídricos, com foco na avaliação do acesso a água suficiente e de qualidade nas comunidades do semiárido cearense. Ao investigar a distribuição espacial de programas sociais, como o Programa Água Doce (PAD) e o Programa 1 Milhão de Cisternas, a pesquisa busca elucidar como essas iniciativas têm mitigado a vulnerabilidade hídrica em regiões críticas, como Itapajé.

A utilização de dados abundantes e ferramentas de análise espacial oferece uma oportunidade única para explorar essas questões em um dos semiáridos mais densamente povoados do mundo, permitindo uma análise detalhada das dinâmicas socioambientais e a eficácia das políticas inovadoras.

Dentre as várias aplicações da análise geoespacial, destaca-se aquela que auxilia na tomada de decisões estratégicas em políticas públicas de recursos hídricos, uma vez que a disponibilidade de água sempre foi fundamental para as populações humanas e o desenvolvimento de atividades econômicas, principalmente nas regiões áridas e semiáridas.

Nesse cenário, propõe-se como objetivo compreender a distribuição geoespacial das políticas sociais de acesso à água durante a seca plurianual (2010, 2012-2016). Para isso, foi necessário: identificar as políticas sociais hídricas implementadas através dos mencionados programas e seus impactos nas comunidades; caracterizar os aspectos geoambientais e analisar a geolocalização das políticas públicas de acesso à água.

No estudo sobre análise geoespacial, Câmara *et al.* (2004) apontam que a espacialização de dados geográficos sobre um fenômeno pode apoiar a tomada de decisões. O processo de mapeamento das ocorrências é realizado, basicamente, por meio de três tipos de dados, segundo Câmara *et al.* (2004): eventos ou padrões pontuais, superfícies contínuas e áreas com contagens e taxas agregadas. Do ponto de vista da representação gráfica, Rosa (2011) destaca que fenômenos espaciais podem ser representados por pontos, linhas e áreas.

Por outro lado, ao diferenciar variáveis discretas de variáveis contínuas, Rosa (2011) afirma que variáveis discretas podem ser localizadas com precisão por meio de coordenadas geográficas, como a localização de cisternas e poços. Já variáveis contínuas são aquelas que podem ser medidas em qualquer lugar da superfície terrestre, como temperatura, altitude, dados de chuvas, tipo de relevo, e sistemas ambientais com suas formas de uso e ocupação do solo.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A primeira etapa da pesquisa foi realizar o mapeamento dos sistemas ambientais e a coleta dos dados demográficos do município de Itapajé - Ceará. A Análise Geoambiental envolveu a identificação dos sistemas ambientais, bem como a avaliação de suas capacidades de suporte e características predominantes, seguindo a metodologia de Souza (2000 e 2015) e Souza e Oliveira (2011). Realizamos o mapeamento com detalhes adequados à escala 1:25.000, utilizando imagens de satélite, como *SPOT 5* de 2012 (resolução espacial de 2,5 metros), *ALOS/SENSOR AVNIR2/ IBGE* de 2010 (resolução espacial de 10 metros).

A segunda etapa envolveu a análise geoespacial dos dados coletados. A análise do mapeamento temático foi conduzida em escala 1:25.000, adequada ao tamanho do município de Itapajé 436,33 km². Uma das abordagens chave em nosso Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi a técnica de sobreposição. Essa técnica, como explicado por Rosa (2011), envolve a combinação de diferentes conjuntos de dados que compartilham a mesma localização geográfica.

Organizamos as informações em três arquivos shapefile (shp). O primeiro arquivo contém pontos que representam poços, dessalinizadores e sistemas de abastecimento de água. O segundo arquivo inclui pontos de cisternas de placas, distribuídos nos centros dos setores censitários usando a técnica de Quebras Naturais (Jenks), devido à limitação dos dados da Cáritas Diocesana de Itapipoca, que listavam apenas nomes de proprietários e localidades. As cisternas foram agregadas por localidade e setor censitário. O terceiro arquivo representa as principais rotas da operação pipa por meio de linhas.

Para a análise espaço-temporal das políticas públicas de recursos hídricos, foram identificados todos os programas e suas respectivas tecnologias sociais hídricas, instaladas no município de Itapajé durante o período de 2010 a 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Itapajé está inserido na região do semiárido e apresenta uma distribuição irregular das chuvas devido a fatores climáticos, como a barreira orográfica da Serra de Uruburetama. As áreas mais influenciadas pelo litoral, na direção norte-oriental do maciço, registram médias pluviométricas entre 890 e 1.010 mm, enquanto na depressão sertaneja, as médias variam de 520 a 710 mm (MOURA, 2018).

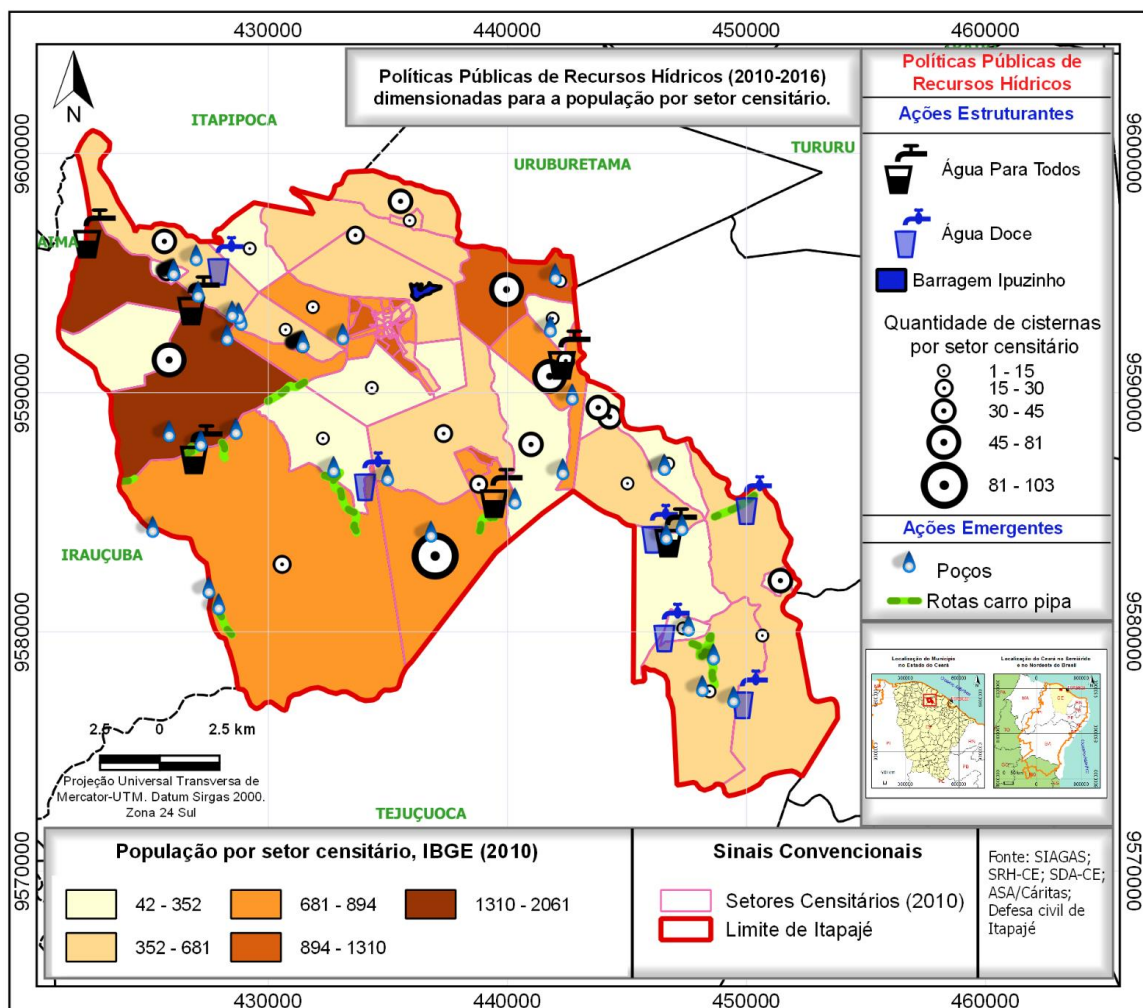
Entende-se que a dinâmica hidroclimática do município de Itapajé é diversificada, de tal maneira que a escolha metodológica de anos padrões exigiu critérios pré-definidos para a escolha espaço-temporal na qual findaram a pesquisa. No ano de 2012, por exemplo, Marengo, Cunha e Alves (2016) afirmam que foi o ano mais seco, dentre o período da seca plurianual de 2010-2015. Segundo os mesmos, de 1961 a 2012, as maiores secas registradas no semiárido, do ponto de vista hidroclimático, foram a dos anos de 1998 e 2012.

A aplicação do coeficiente de variação anual e a classificação de Monteiro (1976) predominou a classificação de ano seco e tendendo a seco. Principalmente no setor de sotavento da serra de Uruburetama, que apresenta pluviometria média anual histórica entre 520 mm a 710 mm e nos anos secos a pluviometria atingiu apenas 250 mm a 350 mm.

Em síntese, a pesquisa associou os aspectos hidroclimáticos e outros componentes geoambientais, para relacionar a distribuição das políticas públicas de recursos hídricos durante este intervalo de tempo, assim, avaliar o impacto dessas tecnologias sociais hídricas nas comunidades locais.

Em relação às políticas sociais de acesso à água, é fundamental destacar o impacto significativo desses programas na comunidade local. Em 2015, o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) beneficiou cerca de 2.583 famílias em Itapajé, enquanto o Água Para Todos abasteceu 223 famílias até 2017, conforme relatório da SDA. Além disso, o Programa Água Doce atendeu seis comunidades rurais. Esses números refletem não apenas estatísticas, mas famílias diretamente afetadas pela disponibilidade de tecnologias sociais de acesso à água. Os mapas apresentados no estudo revelam que essas políticas se concentram nas áreas rurais, de acordo com critérios socioeconômicos e necessidades. A Figura 1 apresenta como essas políticas públicas foram dimensionadas para a população, seguindo agrupamento, por setores censitários.

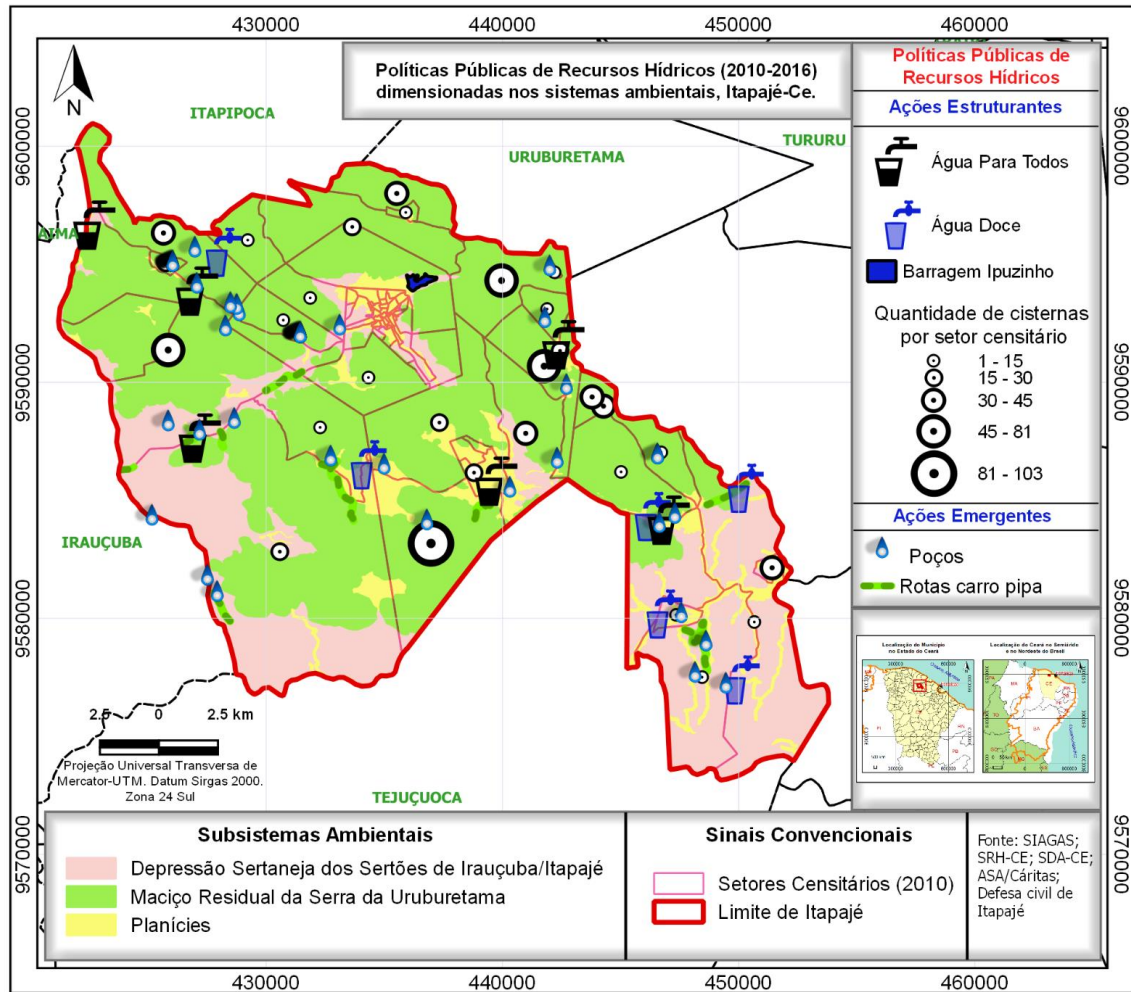
Figura 1 - Políticas Públicas de Recursos Hídricos (2010, 2012-2016) para a população de Itapajé - Ce



Fonte: Autores.

A análise das políticas públicas em sistemas ambientais revela que cerca de 22.000 pessoas, representando 45% da população total, vivem nas planícies alveolares, que ocupam apenas 10% do território. Essa área foi escolhida para a maioria dos poços tubulares devido a seus solos permeáveis e alta capacidade de infiltração de água, resultando em boas taxas de vazão. Nela, foram instalados três dessalinizadores do Programa Água Doce (PAD) e quatro sistemas simplificados de abastecimento pelo Programa Água Para Todos. Em contraste, o maciço residual e a depressão sertaneja, com baixa capacidade hidrogeológica devido ao embasamento cristalino, têm cerca de cinquenta poços perfurados, mas apenas vinte estão em operação, segundo o Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS), para garantir segurança hídrica durante secas.

Figura 2 - Políticas Públicas de Recursos Hídricos (2010-2016) por sistemas ambientais em Itapajé - Ce



Fonte: Autores.

A observação de que a depressão sertaneja apresentou menos tecnologias sociais hídricas instaladas em comparação aos ambientes serranos e nas planícies é um ponto de destaque na análise das políticas públicas de recursos hídricos em Itapajé. Essa disparidade reflete não apenas a complexidade das dinâmicas socioambientais na região, mas também questões de priorização política e alocação de recursos.

Uma das razões para essa discrepância pode ser atribuída às características geoambientais da depressão sertaneja. Como mencionado anteriormente, essa área é caracterizada por sua baixa permeabilidade do solo e pelo baixo armazenamento de água subterrânea, fatores que limitam a eficácia de tecnologias de captação e armazenamento de água, como o Programa Água Doce, pois os poços perfurados não atingem a vazão necessária durante os testes.

Esse enfoque interdisciplinar também enfatiza a necessidade de abordagens holísticas na gestão dos recursos hídricos, reconhecendo que questões relacionadas à água não podem ser tratadas de forma isolada. As políticas públicas devem considerar não apenas a infraestrutura hídrica, mas também os aspectos culturais, ambientais e econômicos das comunidades afetadas. Portanto, esta análise reforça a importância de se adotar estratégias integradas e colaborativas para enfrentar os desafios da escassez de água no Semiárido cearense e em outras regiões com problemas similares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa, buscamos analisar a distribuição espacial das políticas públicas de recursos hídricos em Itapajé, enfatizando sua importância para a convivência com o Semiárido. Ao mapear as infraestruturas hídricas, caracterizar geoambientes e avaliar a distribuição populacional, destacamos aspectos críticos da gestão da água na região. A análise geoespacial dessas políticas revelou insights valiosos, permitindo uma compreensão mais profunda de como estão integradas aos sistemas ambientais e à população local.

Nossa pesquisa propõe uma agenda de pesquisa que adota abordagens qualitativas e quantitativas para explorar as complexas interações entre atores sociais e institucionais na distribuição e implementação de políticas de acesso à água no Semiárido Brasileiro. Isso envolve analisar os impactos dessas políticas nas comunidades locais e avaliar sua eficácia em termos de acesso à água e melhoria das condições de vida. Além disso, sugere-se desenvolver soluções baseadas em Geoinformação para integrar dados em níveis nacional, estadual e local, e promover o mapeamento colaborativo para enfrentar desafios em escalas geográficas regionais e locais.

Em suma, nossa investigação destaca a importância de políticas públicas voltadas para a gestão sustentável da água no Semiárido Cearense. A geoespacialização dessas políticas se revela uma ferramenta crucial para orientar decisões e estratégias que enfrentem os desafios da escassez hídrica, promovendo o bem-estar das comunidades e a preservação dos recursos naturais em uma região vulnerável.

Palavras-chave: acesso à água; políticas sociais, análise geoespacial, Água para todos.

REFERÊNCIAS

Australian National Audit Office (ANAO). **Grants for the Construction of the Adelaide Desalination Plant**. 32. ed. Austrália: Audit Report, 2012. Disponível em: <<https://www.anao.gov.au/sites/default/files/201213%20Audit%20Report%20No%2032.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; DRUCK, S.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (Org). *Análise Espacial de Dados Geográficos*, Brasília, EMBRAPA, 2004.

CASSIDY, Morgan. **Water, Water, Everywhere, and Not a Drop to Drink Desalination Technologies in the U.S., Australia, and Israel: a Comparative Analysis**. 2017. 39 f. Tese (Environmental Studies) – Environmental and Society Program, Universidade do Colorado, Boulder, 2017. Disponível em: <https://scholar.colorado.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/kw52j841t>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CAVALCANTE JR., R. G.; FREITAS, M. A. V.; SILVA, N. D. da; AZEVEDO F., F. R. de. Sustainable Groundwater Exploitation Aiming at the Reduction of Water Vulnerability in the Brazilian Semi-Arid Region. **Energies**, v. 12, n. 5, p. 1-20, mar. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/12/5/904>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MARENGO, Jose A.; CUNHA, Ana P.; ALVES, Lincoln M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Journal Resoirce**, v. 08, p. 252-262, 2016. Disponível em: . Acesso em 05 jan. 2016.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG-USP, 1976.

MOURA, Maria Taylana Marinho Moura. **Sistemas ambientais e subsídios ao ordenamento territorial do município de Itapajé-Ce: avaliação das políticas públicas de recursos hídricos**. 2018. 160 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

ROSA, Roberto. Análise Espacial em Geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011. Disponível em:<<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6571>>. Acesso em: 03 jan. 2023.

SOUZA, M. J. N. Mapeamento dos sistemas ambientais e aplicações práticas para a conservação da natureza e o ordenamento territorial. **Revista Equador**. v. 4, n. 03. p.141-153, ago. 2015.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise Ambiental – uma Prática da Interdisciplinaridade no Ensino e na Pesquisa. **REDE**, Fortaleza, v. 7, n.2, p. 42-59, nov. 2011.

SOUZA, Marcos J. Nogueira de. MORAES, J.O de e LIMA, Luiz Cruz. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000.