

ESTRATÉGIAS DE ACESSO À ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL – CE, BRASIL

*José Nelson do Nascimento Neto*¹

Doutorando em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia, MG, Brasil
josenelsonnascimento@gmail.com

*Betânia de Oliveira Martins*²

Doutoranda em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia, MG, Brasil
betaniamartins1986@gmail.com

*Luiz Antônio de Oliveira*³

Professor da Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Uberlândia, MG, Brasil
luiz.oliveira@ufu.br

RESUMO

O acesso a água é um direito público garantido pela lei nº 9433/1997, entretanto, esse direito tornou-se um problema quando se trata de sua concessão, por conta da dinâmica hídrica do ambiente semiárido. A variação pluviométrica espaço-temporal afeta a condição de acesso a água gerando um processo de escassez e crise hídrica. O objetivo desse estudo visa analisar as estratégias de acesso a água por meio da perfuração de poços e pelas construções dos açudes no semiárido cearense. Desenvolver a análise espacial através do Sistema de Informações Geográficas-SIG, visando, contribuir com informações sobre o entendimento do problema de escassez hídrica. A metodologia utilizada é abordagem sistêmica associada ao entendimento empírico, seguindo o desenvolvimento operacional em revisão bibliográfica e literária, análise da situação de escassez hídrica e a aplicação do SIG na construção de informações geoespaciais. Os resultados estão representados na dinâmica espacial dos açudes e dos poços como alternativas de políticas públicas e sociais ao enfrentamento da condição do fenômeno da seca e a consequência da escassez hídrica das comunidades, os produtos cartográficos estão associados a escala de 1:550.000 e representam a dimensão de 8.619 km² da bacia hidrográfica do litoral. Como considerações observou-se que a oferta da água é regulamentada pela legislação federal, e a situação de escassez hídrica é amenizada estrategicamente com a política de perfuração de poços pelo Estado, porém, essa condição precisa ser compreendido como aspecto intergovernamental.

Palavras-chaves: Escassez hídrica, açudes e poços.

WATER ACCESS STRATEGIES IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID: A CASE STUDY IN THE LITORAL HYDROGRAPHIC BASIN - CE, BRAZIL

ABSTRACT

Access to water is a public right guaranteed by law nº 9433/1997, however, this right has become a problem when it comes to its concession, due to the water dynamics of the semi-arid environment. The space-time rainfall variation affects the condition of access to water, generating a process of scarcity and water crisis. The objective of this study is to analyze the strategies of access to water through the drilling of wells and the construction of dams in the

semi-arid region of Ceará. Develop spatial analysis through the Geographic Information System-GIS, aiming to contribute with information on the understanding of the problem of water scarcity. The methodology used is a systemic approach associated with empirical understanding, following the operational development in bibliographic and literary review, analysis of the situation of water scarcity and the application of GIS in the construction of geospatial information. The results are represented in the spatial dynamics of the dams and wells as alternatives for public and social policies to face the condition of the drought phenomenon and the consequence of the water scarcity of the communities, the cartographic products are associated with a scale of 1:550,000 and represent the dimension of 8,619 km² of the coastal watershed. As considerations, it was observed that the supply of water is regulated by federal legislation, and the situation of water scarcity is strategically alleviated with the policy of drilling wells by the State, however, this condition needs to be understood as an intergovernmental aspect.

Keywords: Water scarcity, weirs and wells.

INTRODUÇÃO

A democratização e o acesso a água foi instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos a lei nº 9433/1997. Tornando a água um elemento de domínio público, cujo o seu processo de distribuição espacial e temporal na região semiárida nordestina brasileira e cearense, é afetada diretamente em decorrências de vários fatores. Variação pluviométrica espaço-temporal das chuvas ao longo das bacias hidrográficas, a evapotranspiração potencial e o armazenamento de água ao longo das infraestruturas hídricas.

Nesta perspectiva, o objetivo desse estudo é analisar as estratégias de acesso a água na bacia hidrográfica do litoral na região semiárida cearense, através das infraestruturas hídricas existentes, sendo-as: a perfuração de poços e os açudes. Atualmente são várias as ferramentas gráficas que podem auxiliar no processo de tomada de decisões sociais ou ambientais, sendo-as: ENVI, ARGIS, QGIS e SPRING.

O conjunto de informações geoespaciais disponíveis para consulta em base digital, auxiliam procedimentos técnicos computacionais que ao serem processados permitem inferir tomadas de decisões e subsidiar informações sociais, políticas e econômicas de uma região. Para Hayne & Wyse (2018) as decisões são as necessidades ligadas à soluções dos problemas e ao aumento do bem-estar.

Por isso, optou-se por identificar qual é o maior problema vinculado as dificuldades de acesso a água na região e se predispor a prognóstico de demanda em relação a situação de oferta hídrica na bacia. Com o uso de geoinformações Maciel Pinheiro, Foggiatto Silveira & Bazzo (2009) mencionam a tecnologia como o principal fator de progresso e de desenvolvimento. Assim, como processo auxiliar a produção de conhecimento social e científico.

Para Câmara & Monteiro (2001) a geoinformação corresponde ao uso de computador como instrumento de representação de dados espacialmente georreferenciados. Como instrumento relevante ao processamento de informações cartográficas, uma vez que a base a ser representada é a superfície terrestre e os fenômenos espaciais.

No âmbito das pesquisas científicas, a análise espacial do ambiente geográfico, tem como resultado a espacialização, a representação, interpolação de fenômenos naturais e sociais, após um conjunto de procedimentos de caráter técnico e metodológico aplicados no ambiente computacional. A perspectiva futura é que a geoinformação, torne-se um suporte fundamental a vários profissionais que trabalham diretamente com fenômenos espaciais.

Ao longo do tempo, um conjunto de novas tecnologias espaciais surgiram sendo elas, Web-SIG, VANTS, GPS e Satélites, que possibilitam respectivamente o cruzamento de operações técnicas no ambiente computacional e permitem realizar as análises espaciais, por meio de procedimentos metodológicos. Segundo Silva; Rocha & Aquino (2016, p.185).

Os servidores de mapas permitem aos usuários uma ampla interação com as informações espaciais disponíveis. Assim, observa-se que a principal característica da Geoinformação é possibilitar ao usuário a análise de dados espaciais de forma sistêmica, sobretudo a partir dos produtos gerados para representar a realidade.

A análise espacial constitui-se em si como uma ferramenta fundamental ao processo de integração e processamento de dados, de caráter vetorial e matricial, que a partir de um ambiente SIG, propicia uma visualização gráfica. De modo, a permitir representar a realidade e inferir controle e subsídio a tomada de decisões operacionais a nível de políticas públicas e referenciando relatórios técnicos, a partir de fontes diversas.

Segundo Souza (2005, p.1292):

A análise espacial pode ser dada de uma forma simples, apenas com base na análise visual do padrão de distribuição de um evento em um mapa. O que usualmente chamamos de mapa temático, e que em muitos casos pode ser substituído por uma tabela. Como exemplo posso citar a distribuição espacial de incidência de tuberculose pelos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

É fundamental mencionar que os dados operacionalizados ao longo do ambiente SIG, precisam ser pensados e contextualizados ao fenômeno espacial a que será investigado. No caso específico, o problema da escassez hídrica no semiárido cearense da bacia hidrográfica do litoral. Segundo a EMBRAPA (2014) o perfil dos usuários de geotecnologias e de geoinformação sofreu profundas mudanças em função de aspectos tecnológicos e mercadológicos.

Postulada em relevo a informação a ser representada em um ambiente SIG, exige dos seus usuários o conhecimento de critérios técnicos, como pressupõem ao pensamento de Rosa (2011)

quando não se respeitam as regras da cartografia, a leitura do mapa fica comprometida, o que pode ser crucial na comunicação e na transmissão de informação espacial.

A região semiárida e a questão hídrica

Segundo a SUDENE (2017) o semiárido é caracterizado e delimitado de acordo com os critérios estabelecidos pelas seguintes legislações, lei nº 107, de 27/07/2017 e lei nº 115, de 23/11/2017, que o caracterizam por uma precipitação média anual igual ou inferior a 800 mm, índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50, percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%.

O semiárido brasileiro, encontra-se localizado no interior do nordeste brasileiro, está presente desde o Ceará ao norte de Minas Gerais, contemplando dois biomas importantes do território, em maior extensão a Caatinga e parte do Cerrado. Para um melhor entendimento espacial sobre a dinâmica da seca no semiárido, Ab'saber (2003, p. 85-86) descreve:

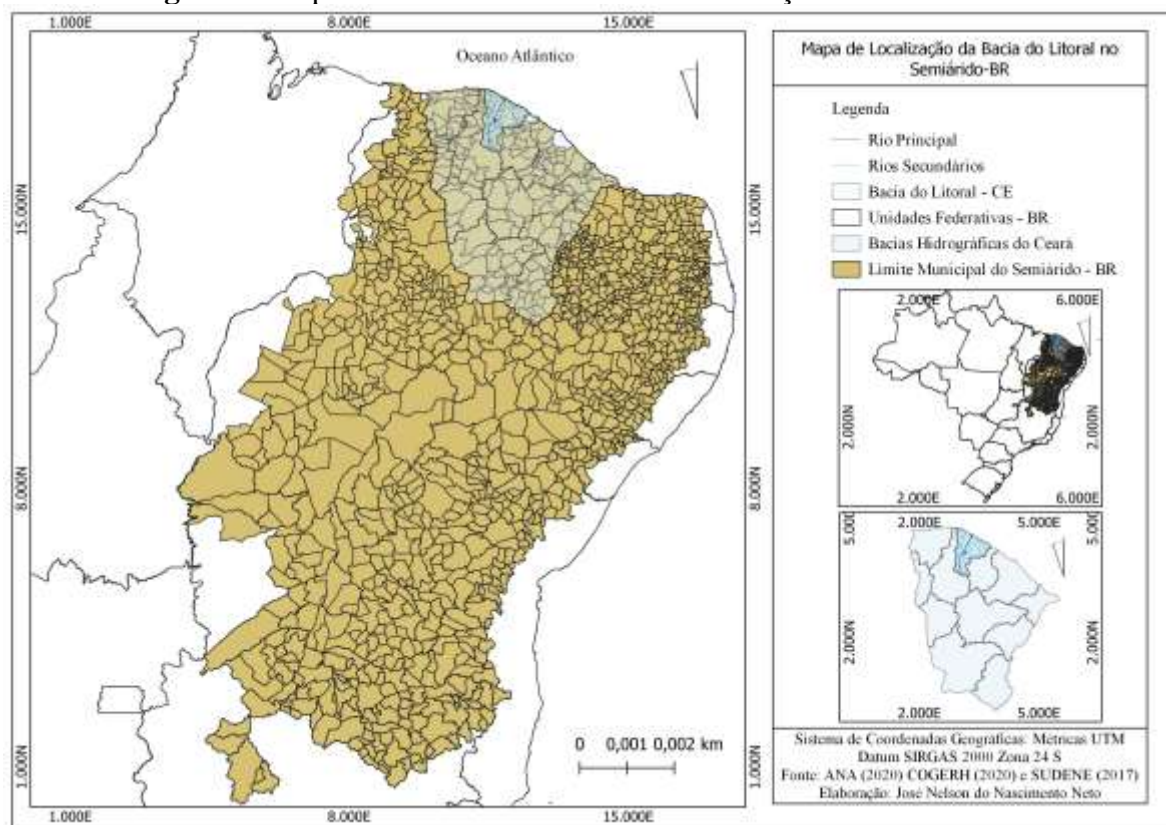
Não existe melhor termômetro para delimitar o Nordeste seco do que os extremos da própria vegetação da caatinga. Até onde vão as diferentes fácies de caatingas de modo relativamente contínuo, estaremos na presença de ambientes semiáridos. O mapa da vegetação é mais útil para definir os confins do domínio climático regional do que qualquer outro tipo de abordagem, por mais racional que pareça.

Neste sentido, ao que se refere ao semiárido cearense, este é impactado diretamente com as características naturais apresentadas por Ab'saber (2003), ou seja, se localiza em uma região climática em que o calor e a seca são predominantes e o tempo de estiagem pode chegar até sete meses, causando assim, situação de escassez de água e conseqüentemente prejudicando a qualidade de vida da população, além de prejuízos à agricultura.

Segundo descreve Nobre (2012) as águas superficiais da região nordeste, em oposição àquelas provenientes de aquíferos profundos, são sobretudo, de chuvas que caem em bacias hidrográficas totalmente contidas na própria região. Assim, a questão sobre o acesso, o uso e o manejo da água reflete sobretudo os dados de mensuração de precipitação pluviométricos captados ao longo das infraestruturas hídricas distribuídos no contexto da bacia.

Buscando compreender a espacialização e a extensão da região semiárida brasileira apresentamos a figura 01 a seguir, e sobrepomos como objeto de investigação a localização espacial da bacia hidrográfica do litoral no semiárido cearense.

Figura 1: Mapa do semiárido Brasileiro e localização da área de estudo



Organização: NASCIMENTO NETO, 2021.

Conforme representação da figura 01, são vários os municípios inseridos na região semiárida, os quais naturalmente apresentam uma variação espaço-temporal em relação a distribuição pluviométrica. Em contexto, observa-se que existe uma necessidade eminente em relação a gestão hídrica da região, segundo Cortez; Lima & Sakamoto (2017, p. 86):

Em relação aos recursos hídricos, é preciso considerar o impacto do baixo volume de chuvas sobre a reserva hídrica superficial no Ceará, que é bastante representativa e a principal fonte no Estado. Em 2016, os açudes monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh) somavam 153 reservatórios, representando mais de 90% da capacidade total de acumulação superficial do Estado, que é de 18,64 bilhões de m³. Cabe ressaltar o aumento considerável na quantidade de açudes no Ceará a partir da década de 80, quando o Estado passou a construir importantes reservatórios, que se somaram à açudagem histórica implantada pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) ao longo do século passado.

Na perspectiva de escoamento superficial de água, a bacia do litoral, possui uma delimitação de 8.619 km². Ratifica-se assim, a importância da gestão de água no semiárido brasileiro, por existirem famílias atendidas e outras com ausências de atendimento de águas ao longo das diversas comunidades espacializadas na bacia do litoral.

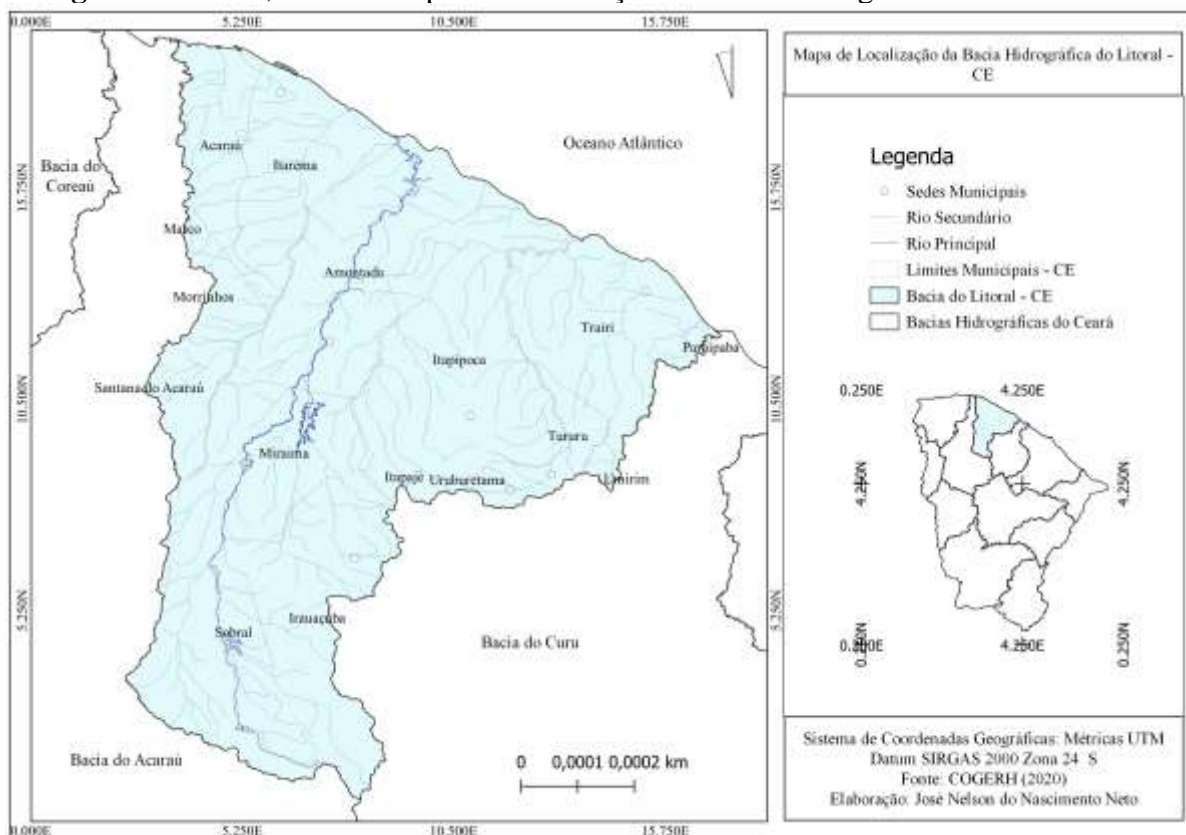
Para Villar (2016, p.92) a lei nº 9.433/1997 relativiza os deveres jurídicos para o caso de perfuração de poços que se prestem para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais rurais e para os usos considerados insignificantes. Assim, observa-se que as estruturas hídricas precisam serem difundidas ao longo das pequenas comunidades como forma de abastecimento e atendimento à população semiárida nordestina.

MATERIAL E MÉTODO

Localização da área de estudo

Localizada na região noroeste, do estado do Ceará a bacia do litoral representada na figura 02 a seguir drena uma área de 8.619 km², engloba áreas como Aracatiaçu (3.415 km²), Mundaú (2.227 km²), Aracati-Mirim (1.565 km²), Trairi (556 km²) e Zumbi (193 km²). Constitui-se, pelos municípios Acaraú, Amontada, Irauçuba, Itapipoca, Itarema, Mirafima, Marco, Morrinho, Santana do Acaraú, Trairi, Tururu, Uruburetama e Sobral com o distrito de (Aracatiaçu), segundo menciona CEARÁ (2009).

Figura 2 – Ceará, Brasil: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Litoral. 2019



Organização: NASCIMENTO NETO, 2021.

Segundo Ceará (2009) a bacia hidrográfica do litoral possui rochas cristalinas, sendo que destas 60,31% são compostas de gnaisses, migmatitos, quartzitos e metacalcários, associado a rochas plutônicas, e rochas sedimentares e outros 39,69% de areno-argilosos do grupo barreiras. Essas características litoestruturais condicionam respectivamente o comportamento do escoamento superficial ao longo da bacia do litoral.

Procedimentos técnicos-operacionais

De início realizou-se a revisão bibliográfica para destacar a importância da temática, bem como salientar a necessidade de estudos voltados para a escassez de água em regiões secas, neste caso, o semiárido brasileiro, para entender as ações de perfurações de poços e de construção de açudes entendidas como infraestruturas hídricas e realizadas como políticas estratégicas no ambiente semiárido.

Foram acessadas informações de base cartográfica, teórica e legislativa sobre o problema da escassez hídrica e suas implicações no semiárido brasileiro nas seguintes instituições: ANA, COGERH, SOHIDRA, IBGE e SUDENE, que são os órgãos responsáveis pela geração e produção de informações técnicas do território. Após o acesso a coleta dos dados nos órgãos institucionais, foram aplicadas técnicas de geoprocessamento visando elaborar os produtos cartográficos.

A construção de produtos cartográficos representados na figura dos mapas, são elementos gráficos essenciais à compreensão espacial do problema. Diante do exposto e entendendo a realidade da escassez hídrica no semiárido é que os mapas produzidos visam contribuir com a leitura de um estudo de caso. A análise empírica do fenômeno da escassez hídrica surgiu diante da necessidade de entender a distribuição espacial dos recursos hídricos mediante a condição natural do ambiente semiárido.

No processo de análise empírica da problemática espacial de escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Litoral, observou-se o entendimento da estrutura superficial e subsuperficial do sistema hidrológico da bacia hidrográfica, a partir dos açudes e dos poços profundos. A discussão sobre a condição natural e os tipos de políticas implementadas ao longo do tempo são essenciais ao entendimento do problema da escassez hídrica.

Aplicação do SIG, no processo de tomada de decisão da produção de informações cartográfica, utilizou-se as informações disponível em: <http://i3geo.cogerh.com.br/>. A base de shapefiles foram projetadas para os sistemas UTM, Datum Sirgas 2000, Zona 24s. Os

processos operacionais baseiam-se na vetorização de dados, visando expor a importância social das informações de açudagem e poços profundos distribuídos ao longo das comunidades.

Tendo como suporte operacional o Sistemas de Informações Geográficas-SIG, em que, consiste um conjunto de elementos, dentre eles os de recursos humanos (entendimento do problema e a busca de soluções), o software Qgis 10.16 de caráter livre, o hardware (notebook) e os metadados (shapefile e tabela de atributos), associados a uma delimitação de escala gráfica de 1:550.000, visando representar a dimensão espacial de 8.619 km².

Pensando na dinâmica da Bacia Hidrográfica do Litoral, foram gerados os seguintes produtos mapa do semiárido brasileiro ao qual visou identificar os municípios e a localização da bacia do litoral, o mapa de localização da bacia visado conhecer os municípios da bacia, o mapa de açudes que visa identificar a espacialização do mesmo, o mapa de profundidade dos poços visa compreender a dificuldade de acesso a água e o mapa de vazão, visa conhecer as regiões com maior disponibilidade hídrica em l/h.

Realizou-se o procedimento de espacialização das informações no ambiente SIG, construindo os mapas de centroides que representam a relação profundidade e vazão, e mapa de calor representando as áreas de maior concentração de vazão dos poços da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Estado do Ceará, a companhia de gestão de recursos hídricos - COGERH é o órgão responsável pela gestão das bacias hidrográficas, pelo monitoramento técnico dos açudes e pela gestão das águas, porém o processo de captação de água bruta para comercialização e distribuição de água potável é de responsabilidade das autarquias, sendo-a, a companhia de água e esgoto do ceará - CAGECE e o serviço autônomo de água e esgoto-SAAE que atuam mediante concessão do processo de captação de água bruta *in loco*.

A COGERH instituiu os comitês de bacias hidrográficas (CBH) pela lei estadual nº 14.844 que dispõem sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos-SIGERH, como “entes regionais de gestão de recursos hídricos com funções consultivas e deliberativas, com atuação em bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas” vinculados ao conselho estadual de recursos hídricos - CONERH.

Assim, para se conhecer a realidade de demanda quantitativa de acesso a água é necessário identificar a distribuição espacial da população da bacia segundo a tabela 01 a seguir conforme os municípios.

Tabela 01: Distribuição da população nos municípios da bacia do litoral-CE.

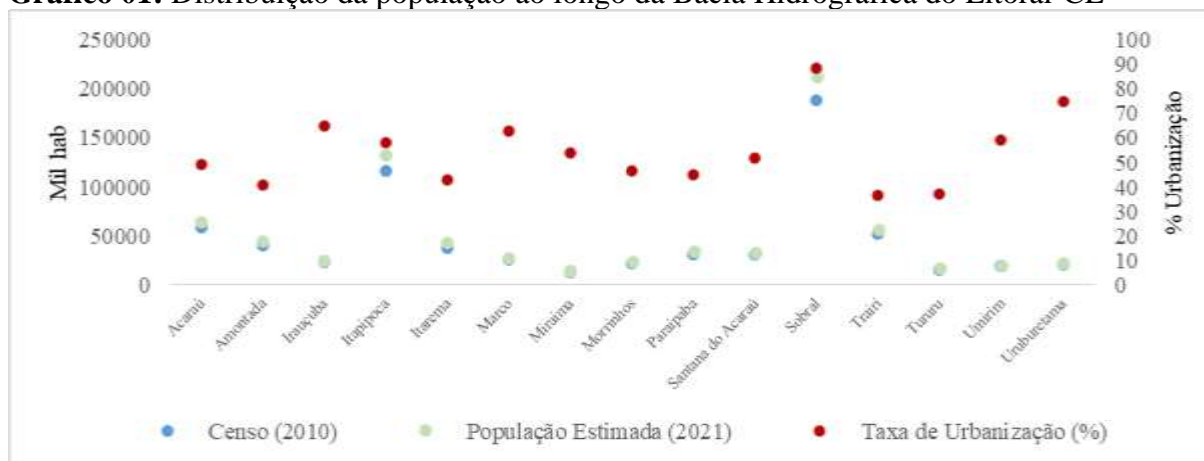
| Municípios | Acaraú | Amontada | Irauçuba | Itapipoca | Itarema | Marco |
|-------------|---------|-----------|-------------|-----------|---------|--------|
| Censo 2010 | 57.551 | 39.232 | 22.324 | 116.065 | 37.471 | 24.703 |
| P. Estimada | 63.556 | 44.195 | 24.450 | 131.687 | 42.595 | 27.822 |
| Urbanização | 49,07 | 40,65 | 64,65 | 57,65 | 42,53 | 62,48 |
| Municípios | Miraíma | Morrinhos | Paraipaba | S. Acaraú | Sobral | Trairi |
| Censo 2010 | 12.800 | 20.700 | 30.041 | 29.946 | 188.233 | 51.422 |
| P. Estimada | 13.965 | 22.830 | 33.232 | 32.851 | 212,437 | 56,653 |
| Urbanização | 53,49 | 46,43 | 44,72 | 51,33 | 88,35 | 36,53 |
| Municípios | Tururu | Umirim | Uruburetama | | | |
| Censo 2010 | 14.408 | 18.802 | 19.765 | | | |
| P. Estimada | 16.588 | 19.976 | 22.223 | | | |
| Urbanização | 36,70 | 58,99 | 74,32 | | | |

Fonte: IBGE (2010)

Observando a distribuição da população segundo os dados apresentados na tabela, verifica-se a correlação entre os dados quantitativos do último censo do IBGE de 2010, comparando-se a população estimada projetada para o ano de 2021 e correlacionou-se ao percentual de urbanização dos municípios para dimensionar a população urbana.

A seguir é apresentada no gráfico 01 sobre a dimensão espacial da população da bacia e suas respectivas características por município.

Gráfico 01: Distribuição da população ao longo da Bacia Hidrográfica do Litoral-CE



Fonte: IBGE (2010 e 2021*) *Estimada

A distribuição da população na bacia do litoral, corresponde ao cruzamento de dados entre o censo do IBGE de 2010 e de população estimada de 2021, sendo que foi constatado uma população total de 683.469 mil/hab em 2010 e segundo os dados estimados do IBGE de 2021

registra-se uma população estimada de 765.060 mil/hab, o que corresponde a um crescimento populacional de 81.591 mil/hab ao longo de uma década.

Em seguida é apresentando o gráfico 02 e a tabela 02 que descreve de forma mais específica a relação da população urbana e rural segundo o censo do IBGE de 2010.

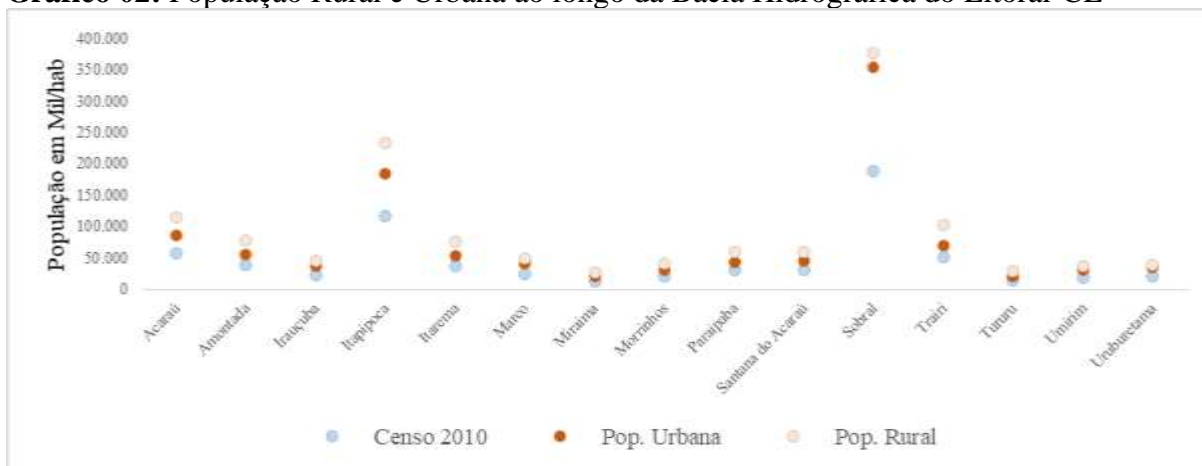
Tabela 02: Distribuição entre a população urbana e rural da bacia do litoral - CE

| Municípios | Acaraú | Amontada | Irauçuba | Itapipoca | Itarema | Marco |
|------------|---------|-----------|-------------|-----------|---------|--------|
| Censo 2010 | 57.551 | 39.232 | 22.324 | 116.065 | 37.471 | 24.703 |
| P. Urbana | 28.242 | 15.974 | 14.343 | 66.909 | 15.938 | 15.432 |
| P. Rural | 29.302 | 23.285 | 7.981 | 49.156 | 21.533 | 9.268 |
| Municípios | Miraíma | Morrinhos | Paraipaba | S. Acaraú | Sobral | Trairi |
| Censo 2010 | 12.800 | 20.700 | 30.041 | 29.946 | 188.233 | 51.422 |
| P. Urbana | 6.874 | 9.612 | 13.435 | 15.372 | 166.310 | 18.784 |
| P. Rural | 5.953 | 11.088 | 16.606 | 14.574 | 21.923 | 32.638 |
| Municípios | Tururu | Umirim | Uruburetama | | | |
| Censo 2010 | 14.408 | 18.802 | 19.765 | | | |
| P. Urbana | 5.244 | 11.091 | 14.689 | | | |
| P. Rural | 9.120 | 7.711 | 5.075 | | | |

Fonte: IBGE (2010).

A tabela 02, menciona a importância de se conhecer a população urbana em relação a população rural, para identificar onde está concentração a maior população entre as zonas espaciais dos municípios e analisá-los dentro do contexto da bacia. No gráfico 02 a seguir é apresentando essa informação em caráter espacial.

Gráfico 02: População Rural e Urbana ao longo da Bacia Hidrográfica do Litoral-CE



Fonte: IPECE (2017).

Observou-se que para os dados do censo de 2010, a relação entre a população rural e urbana é significativa, uma vez que os municípios de Acaraú com 29.309 mil hab, Amontada com 23.285 mil hab, Itarema com 21.533 mil hab, Morrinhos com 11.088 mil hab, Paraipaba com

16.606 mil hab, Trairi com 32.638 mil hab e Turu com 9.120 mil hab, apresentam uma população rural maior do que a população urbana. Portanto é fundamental cruzar os dados para entender sobre o processo de distribuição hídrica entre os municípios.

Temos no gráfico 03 e na tabela 03 a seguir, a relação entre a população atendida por abastecimento de água na zona urbana e o volume comercializado no perímetro urbano.

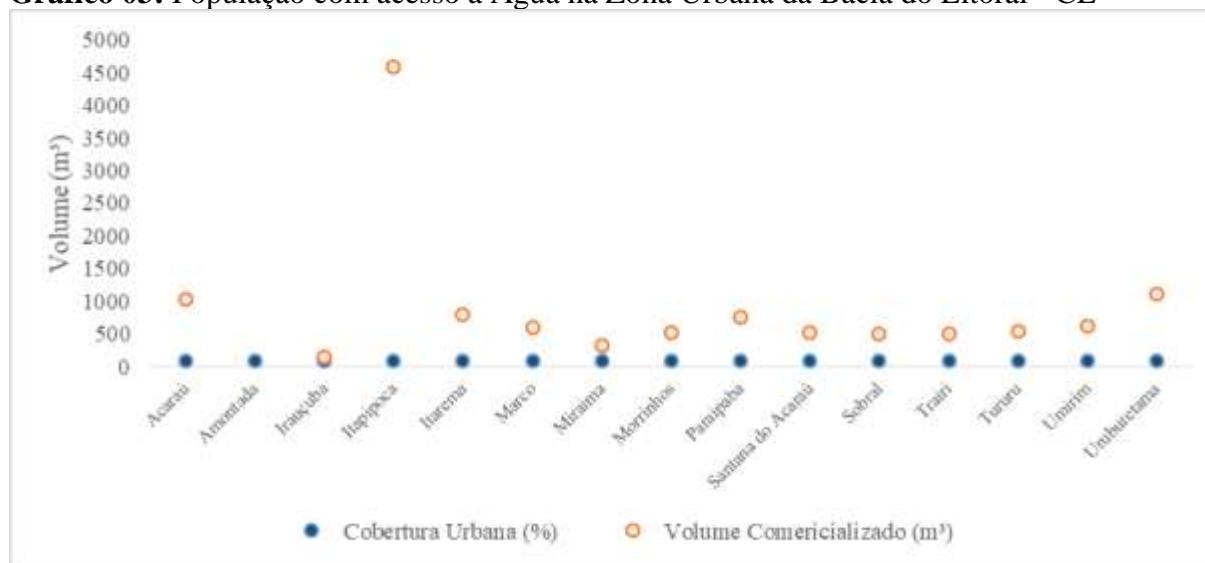
Tabela 03: Relação entre a população urbana e o volume comercializado na bacia.

| Municípios | Acaraú | Amontada | Irauçuba | Itapipoca | Itarema | Marco |
|------------|----------|-----------|-------------|-----------|---------|---------|
| C. Urbana | 97,48 | 95,79 | 99,41 | 98,67 | 95,32 | 99,18 |
| V.C | 1.035,04 | | 151,191 | 4.594,28 | 790,89 | 599,236 |
| Municípios | Miraíma | Morrinhos | Paraipaba | S. Acaraú | Sobral | Trairi |
| C. Urbana | 99,72 | 98,91 | 99,32 | 99,87 | 96,50 | 91,62 |
| V.C | 327,891 | 533,503 | 755,05 | 515,78 | 511,275 | 498,679 |
| Municípios | Tururu | Umirim | Uruburetama | | | |
| C. Urbana | 98,68 | 98,93 | 99,62 | | | |
| V.C | 550,808 | 620,371 | 1.109,86 | | | |

Fonte: CAGECE (2016) in IPECE (2017).

A tabela 03, expressa a relação entre a taxa de urbanização segundo o último censo do IBGE de 2010, com a taxa de volume comercializado em m³ pelos municípios da bacia ao longo do espaço urbano. E respectivamente apresenta uma relação mínima de 91,62% de cobertura urbana. O que significa afirmar que a população urbana possui acesso a água em função do sistema de distribuição hídrica municipal via figura do (SAAE) ou estadual pela (CAGECE). No gráfico 03 é possível verificar essa espacialização na bacia.

Gráfico 03: População com acesso a Água na Zona Urbana da Bacia do Litoral - CE



Fonte: CAGECE (2016) in IPECE (2017).

Segundo os dados vinculados ao gráfico verifica-se que o acesso a água é superior a 90% no espaço intraurbano ao longo dos municípios, com uma pequena variação entre 95,32% a 99,87% de cobertura de abastecimento. Embora, saibamos que a região nordestina enfrente grandes dificuldades no acesso a água em contexto geral, é válido mencionar que a maior necessidade acaba se concentrando ao longo de pequenas comunidades rurais difusas.

Segundo menciona Kelting (2009) o acesso à água se limita à sede e aos distritos. Nas pequenas localidades ou nas comunidades difusas o acesso a água carece de investimentos de infraestrutura hídrica que tornaria o acesso a água possível via estratégia de perfuração de poços ou sistema de distribuição hídrica ligadas aos açudes através de adutoras.

A seguir é apresentando a tabela 01 que expressa a relação entre os açudes construídos e respectivamente a capacidade de armazenamento de volume em (m³). Para essa realidade observa-se a importância de se conhecer que essa infraestrutura hídrica atende ao centros urbanos dos municípios o que garante um atendimento urbano favorável de acesso a água.

Tabela 01: Açudes para abastecimento humano na Bacia Hidrográfica do Litoral-CE

| Coordenadas SIRGAS/UTM | Municípios | Reservatórios | Capacidade m³ | Sistema | Rio/Riacho barrado | Órgão Executor | Conclusão |
|--------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|---------|--------------------|----------------|-----------|
| 445481.657627 9627253.67065 | Itapipoca | Gamileira | 52642392 m³ | Litoral | Rio Mundaú | SRH | 2012 |
| 430095.660167 9627253.67065 | Itapipoca | Poço Verde | 12430000 m³ | Litoral | Riacho Sororó | DNOCS | 1955 |
| 430444.972569 9605100.21989 | Itapipoca | Quandú | 3370000 m³ | Litoral | Rio Quandú | SRH | 1990 |
| 391828.354775 9605129.32787 | Miraíma | S. P Timbaúba | 15768679 m³ | Litoral | Rio Aracatiaçu | DNOCS | 1916 |
| 404811.475451 9616219.47723 | Miraíma | Missi | 65300000 m³ | Litoral | Rio Quandú | SRH | 2011 |
| 442580.150286 9598421.83120 | Uruburetama | Mundaú | 21300000 m³ | Litoral | Rio Mundaú | DNOCS | 1988 |
| 385335.260683 9584192.42659 | Sobral | Patos | 7550000 m³ | Litoral | Rio Aracatiaçu | DNOCS | 1918 |
| 390504.545096 9553053.05033 | Sobral | S.M do Aracatiaçu | 8200000 m³ | Litoral | Riacho Bom Jesus | DNOCS | 1923 |
| 387553.375724 9570783.67637 | Sobral | S. A do Aracatiaçu | 24340000 m³ | Litoral | Rio Aracatiaçu | DNOCS | 1924 |

Fonte: GGERH (2021).

A importância desta infraestrutura hídrica por sua capacidade de armazenamento de 216.257.391 m³ de recursos hídricos no contexto da bacia. Para Neto (2017) a construção dos reservatórios hídricos no semiárido brasileiro surge, portanto, como sendo uma das primeiras alternativas de políticas de combate dos efeitos produzido pelo fenômeno da seca pelo departamento nacional de obras contra as secas-DNOCS.

Essa estratégia que teve início no processo de construção de grandes açudes na região nordestina possui um significado fundamental ao processo de desenvolvimento social local e regional, por minimizar os efeitos advindos da distribuição irregular das chuvas no semiárido.

Desta forma, contextualiza-se sobre a importância de se conhecer a disponibilidade hídrica e por sua importância enquanto equipamento de infraestrutura hídrica.

A bacia possui aporte hídrico de 216.257.391 m³ disponível para uso. Porém, para se alcançar essa disponibilidade, existem três limitações diretas, uma é a dependência da precipitação hídrica captada ao longo das chuvas para recarga, a segunda é a disponibilidade de atendimentos exclusivo da população urbana e a terceira é que nem todos os municípios da bacia possuem açudes construídos. À medida que há um aumento na demanda de novos usuários, em aspecto populacional ou de desenvolvimento social e econômico, como indústria, agroindústria e comércio, surgem novos desafios sobre o processo de gestão hídrica. Segundo Campos (2013) a principal política praticada no início do século passado foi a política da açudagem. Ela era a que consumia mais recurso financeiro do DNOCS. Para Oliveira, Silveira & Júnior (2020) muitas comunidades rurais convivem com a problemática dos longos períodos de estiagem, bem como, com a ausências de reservatórios. Logo, é interessante entender a dimensão social dos poços para o atendimento as comunidades. Para Sostenes (2019) na busca por soluções para a escassez de água, a população do semiárido nordestino, iniciou em 1980 por meio de investimentos dos órgãos governamentais, a construir açudes públicos, barreiros, cisternas e poços artesianos.

Dada as dificuldades estruturais de acesso a água a população rural, o fenômeno da escassez hídrica acabou concentrando sobre as comunidades difusas ao longo da bacia. A estratégia lançada foi respectivamente a disseminação da política de perfuração de poços, como observada na tabela 02 e gráfico 04 a seguir enquanto aspecto de mitigação dos efeitos produzidos pelo fenômeno da seca.

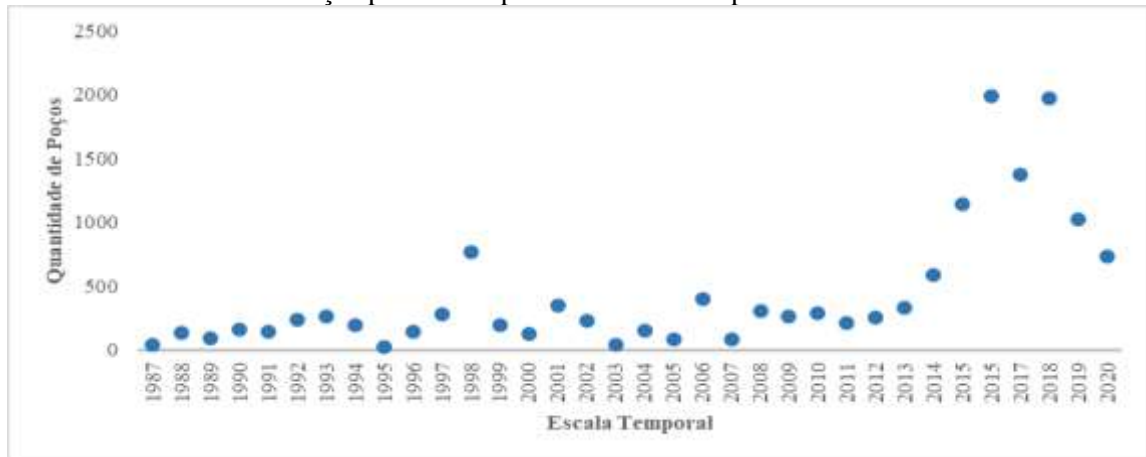
Tabela 02: Distribuição de poços construídos ao longo dos anos pela SOHIDRA.

| Ano | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Poços | 41 | 137 | 93 | 161 | 147 | 238 | 267 | 197 | 28 |
| Ano | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| Poços | 149 | 282 | 774 | 197 | 127 | 349 | 232 | 47 | 157 |
| Ano | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Poços | 47 | 157 | 89 | 405 | 90 | 304 | 269 | 294 | 214 |
| Ano | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Poços | 261 | 336 | 592 | 1147 | 1994 | 1374 | 1977 | 1024 | 733 |

Fonte: SOHIDRA (2020).

Adiante, é apresentado no gráfico 04 a distribuição espacial dos poços construído no Estado do Ceará, vale salientar que se observa um crescimento progressivo diante dos dados tabulados e respectivamente podem ser contextualizados a dinâmica da bacia do litoral.

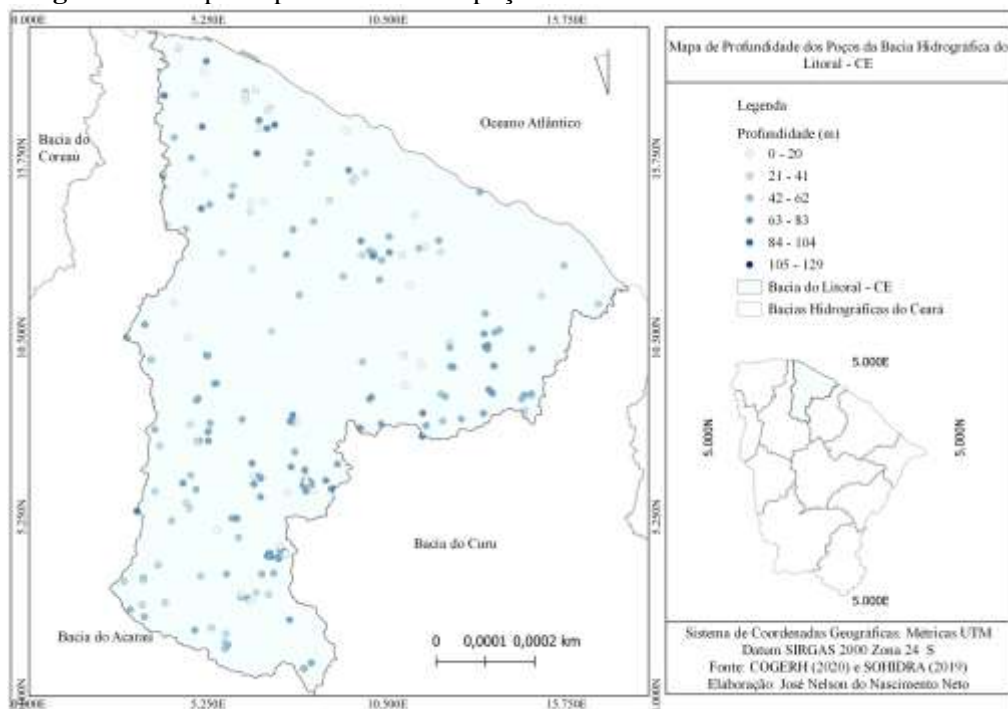
Gráfico 04: Poços perfurados pela SOHIDRA no período de 1987 a 2020.



Fonte: SOHIDRA (2020).

Aproximadamente cerca de 14.720 poços foram perfurados ao longo de 33 anos pela SOHIDRA no Estado do Ceará, destes, 240 estão distribuídos ao longo da bacia do litoral. A concentração destes poços em regiões específicas, expressam a importância desta estratégia como forma de mitigação da condição de escassez hídrica nas comunidades rurais, como se pode verificar na figura 03.

Figura 03: Mapa de profundidade de poços na Bacia do Litoral-CE

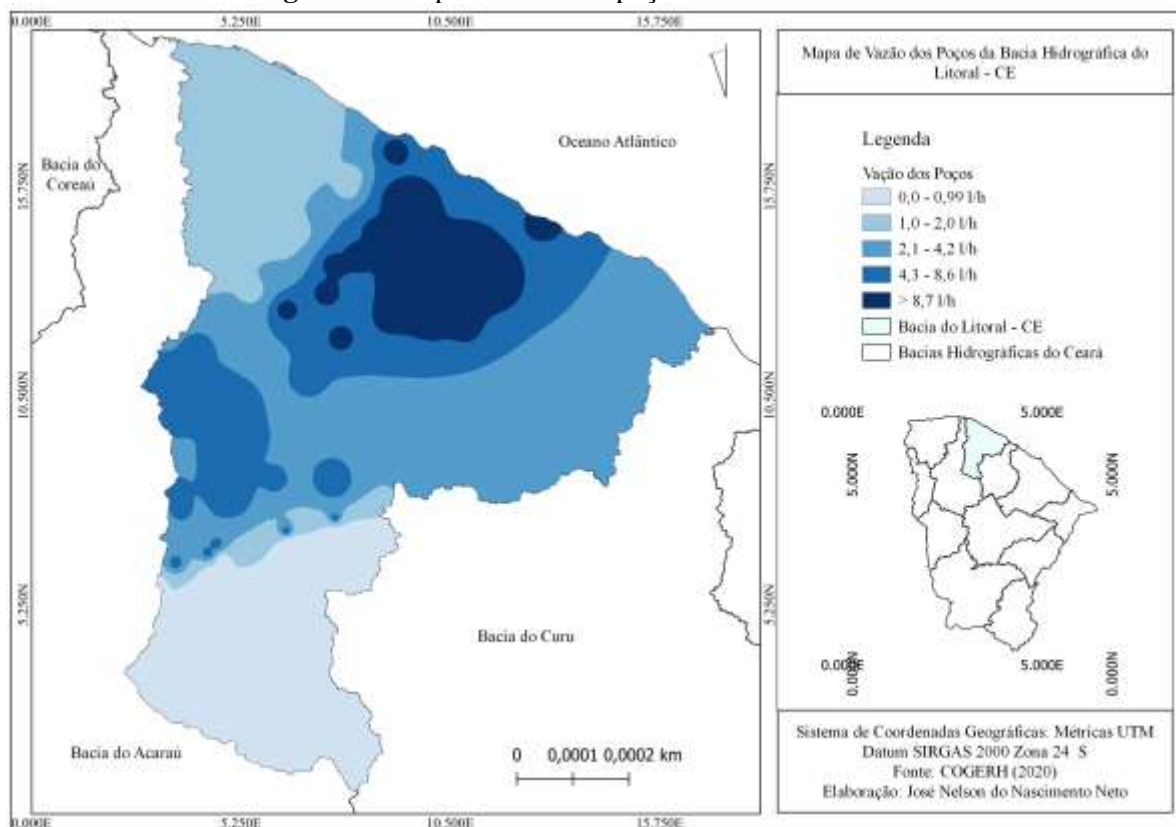


Fonte: Os autores (2021)

A concentração de poços em regiões específicas associada as comunidades difusas ao longo da bacia representa uma importante estratégia de acesso a água em situações de escassez hídrica e a descentralização das estruturas hídricas. A SOHIDRA tem encabeçado a execução da perfuração de poços no Ceará, porém, é fundamental que esteja de acordo com a Resolução Técnica nº03/2019, segundo a CPRM (1998) a perfuração de poços tubulares vêm sendo utilizada como uma alternativa para suprir o abastecimento de água de pequenas comunidades e dos rebanhos.

A demanda de uso múltiplos da água mencionado na lei 9.433/1997 visa determinar a disponibilidade hídrica a vários setores da sociedade, recorre a estratégia de perfuração de poços ao longo das comunidades, uma vez que os açudes se limitam a um raio de abrangência de atendimento as aglomerações urbanas das cidades, restringindo o acesso da água para as comunidades. Na figura 04 a seguir é possível verificar a relação da vazão dos poços.

Figura 04: Mapa de vazão de poços na Bacia do Litoral-CE



Fonte: Os autores (2021)

A disponibilidade hídrica variam de 0 l/h na condição de poços secos para 8.700 l/h com disponibilidade hídrica favorável, assim, observou-se que essa disponibilidade hídrica concentra-se na região de baixo curso para a foz, ratificando por sua vez, a condição do

algumas regiões apresentarem baixa disponibilidade hídrica. Observou-se, que embora essas estratégias tenham uma boa representatividade na bacia do litoral, ela não consegue equalizar e nem garantir o acesso a água as pequenas comunidades.

O processo de escassez hídrica e a inserção dos poços como alternativa de mitigação ao problema social, como consideram Medeiros, Gomes e Albuquerque (2011 p.114). Deste modo, o acesso a tais informações permitem o aperfeiçoamento da gestão hídrica deste espaço. Para CEARÁ (2021) a política estadual do Ceará, para o enfrentamento do problema da seca, conta com o grupo de Contingência da Seca, da SOHIDRA, em que no período de 2015 a 2020, realizou a perfuração de 8.249 poços representando 56% de todos os poços realizados. Conforme é possível identificar no gráfico 04.

Os poços representam uma importante política de Estado para enfrentar os efeitos da escassez hídrica no Estado do Ceará, porém, é necessário considerar que mesmo contendo água eles podem secar, tornando-se uma estratégia que necessita de controle e de fiscalização a exploração de água subsuperficiais. Deste modo, a tabela 03, expressa a relação entre a vazão dos poços para atendimento da demanda da população rural da bacia.

Tabela 03: Disponibilidade hídrica dos poços a população rural da Bacia do Litoral

| Município | Poços | Secos | Média Vazão | Popuação Rural (2010) | População não abastecida | Média por Pessoa |
|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Acaraú | 10 | 1 | 16594,78 | 29.309 | 50,93 % | 566,20 m ³ |
| Amontada | 15 | 1 | 8128,5 | 23.285 | 59,35 % | 0,34 m ³ |
| Irauçuba | 75 | 52 | 1803,25 | 7.981 | 35,35 % | 0,22 m ³ |
| Itapipoca | 30 | 28 | 3426,667 | 49.156 | 42,35 % | 69,71 m ³ |
| Itarema | 19 | - | 12970,53 | 21.533 | 57,47 % | 0,60 m ³ |
| Marco | 2 | - | 40650 | 9.268 | 37,52 % | 4,38 m ³ |
| Miraima | 14 | 5 | 2641,44 | 5.953 | 46,51 % | 0,44 m ³ |
| Morinhos | 3 | - | 3917 | 11.088 | 53,57 % | 0,35 m ³ |
| Paraipaba | 1 | 1 | | 16.606 | 55,28 % | 0 m ³ |
| Santa do Acaraú | 6 | 2 | 3226 | 14.574 | 48,67 % | 0,22 m ³ |
| Sobral | 29 | 9 | 2660 | 21.923 | 11,65 % | 0,12 m ³ |
| Trairi | 5 | 5 | | 32.638 | 63,47 % | 0 m ³ |
| Tururu | 11 | 8 | 610 | 9.120 | 63,30 % | 0,06 m ³ |
| Umirim | 4 | 3 | 1300 | 7.711 | 41,01 % | 0,16 m ³ |
| Uruburetama | 6 | 4 | 1650 | 5.075 | 25,68 % | 0,32 m ³ |
| Total | 230 | 119 | 7659,833 | 256,220 | 38,80 % | 643,12 m³ |

Fonte: SOHIDRA e IBGE (2021). Organização autores (2022).

Em análise, dos 683,469 mil/hab do censo de (2010), destes 61,19% de sua população 418 mil/hab possuíam acesso favorável ao abastecimento de água no espaço urbano de acordo com a CAGECE e o IPECE, com uma variação de 4,55%. De outra maneira, a população de 256,220 mil/hab que corresponde a 39% da população rural, não possuíam acesso ao abastecimento. Assim, observou-se que os açudes contribuem significativamente para essa realidade ao disponibilizar um volume de 216.257,391 m³ para a população ao seu entorno.

Na situação dos poços esse valor corresponde as valores médio de 7659,833 m³ de vazão, para uma população de 256,220 mil/hab o que representa respectivamente uma média de 643,12 m³ por pessoa, realidade que é questionável, ao perceber a dimensão social da escassez hídrica da bacia uma vez que os poços possuem vazão zero.

CONCLUSÕES

Destaca-se a geoinformação como aspecto significativo para expressar os objetos espaciais do território e dos estudos ambientais. Além, de auxiliar na representação gráfica da bacia do litoral e o contexto de usos múltiplos da água. As estratégias de perfuração de poços profundos e açudes como alternativas de gestão territorial na bacia do litoral refletem as perspectivas de usos e de análise da água ao longo dos sistemas produtivos.

Convém ressaltar que este estudo contemplou o seu objetivo e a problemática elencada, visto que, foi possível identificar que a população residente na zona rural sofre com a escassez hídrica e observou-se que o problema está vinculada a concentração das estratégias no espaço. Logo, considera-se que esta pesquisa contribuiu de forma qualitativa a interpretação e a análise do problema de escassez e crise hídrica no semiárido cearense. Observou-se ainda, que os poços e os açudes são importantes estratégias de acesso a água na condição de atendimento à população e a mitigação dos efeitos da seca.

A necessidade de oferta da água é regulamentada pela legislação, contudo observou-se a dificuldade de conceder estes direito a população. Ademais, o fenômeno da escassez hídrica precisa ser pensado estrategicamente como situação intergovernamental, uma vez que a demanda é crescente em relação a oferta tornando o ambiente semiárido de alta vulnerabilidade social.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BRASIL. **Resolução nº3, de 28 de agosto de 2019**. Diário Oficial da União. Publicado em: 18/09/2019 | Edição: 181 | Seção: 1 | Página: 29. Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-3-de-28-de-agosto-de-2019-216798711>> Acesso em 03 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Brasília, 1997. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm> Acesso em 03 jun. 2021.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A.M.V. Conceitos básicos em Ciências da Geoinformação. In: CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. (Org.) **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE. São José dos Campos-SP, 2001.

CAMPOS, J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos**. Sociedade e Ambiente • Estud. av. 28 (82). Dez 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300005>

CEARÁ. **Caderno Regional da Bacia do litoral**. Assembleia legislativa do Estado do Ceará. Coleção Caderno Regionais Pacto das Águas. v8. Fortaleza, 2009.

CEARÁ. **Programa de perfuração de poços no Estado do Ceará**. SOHIDRA. Disponível em: <https://www.sohidra.ce.gov.br/2021/01/07/programa-de-perfuracao-de-pocos-no-estado-do-ceara-3/> Acesso 03 jun. 2021.

CPRM. **Noções básicas sobre poços tubulares: Nota informativa**. Brasília-DF,1998. Disponível em <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16636/1/Nocoos_Basicas_Pocos_Tubulares.pdf> Acesso 03 jun. 2021.

CORTEZ, H. S; LIMA, G. P; SAKAMOTO, M. S. **A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos**. Parcerias Estratégicas. Brasília-DF, v. 22, n. 44, p. 83- 118, 2017.

EMBRAPA. **Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Ed. Embrapa. Brasília, DF. 2014. p.248.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa do semiárido brasileiro. Cartas e Mapas. 2017. Disponível em: <https://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/semiariado_brasileiro/Situacao_23nov2017/mapa_Brasil_Semiarido_2017_11_23.pdf> Acesso em: 30 mai. 2021.

KELTING, F.M.S. Diagnóstico Geoambiental da Bacia do Litoral no Ceará. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11, 2007

KELTING, F.M.S. **O Clima e a Paisagem da Bacia Hidrográfica do Litoral- estado do Ceará.** Revista. B. Goiano de geografia. Goiânia, v29,n2p83-99 jul-dez,2009.

MACIEL PINHEIRO, N. A; FOGGIATTO SILVEIRA, R. M; BAZZO, W. A. **O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque.** Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653, nº49/1-25 de marzo de 2009.

MEDEIROS, C. N; GOMES; D, D, N; ALBUQUERQUE, L. S. **Sistema de Informação Geográfica (sig) como ferramenta ao planejamento e gestão dos recursos hídricos.** In: (Org.) MEDEIROS, C, N; GOMES, D.D. M; ALBUQUERQUE, E.L.S et al. Os recursos hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades. IPECE, FORTALEZA, 2011. 268p.

NETO, M. C. P. **Perspectivas da Açudagem no Semiárido Brasileiro e suas Implicações na Região do Seridó Potiguar.** Soc. & Nat., Uberlândia, 29 (2): 285-294. mai / ago, 2017.

OLIVEIRA, F. A, de; SILVEIRA, C. da S.; JUNIOR, F. das C. V. **Análise da influência da perfuração de poços de convivência com as secas no semiárido nordestino:** estudo de caso na comunidade de riacho das flores em Reriutaba/Ce-Brasil. Rev. bras. meteorol. 35 (3) Jul-Sep 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-7786353009>

ROSA, R. **O uso de geotecnologias de informações geográficas no Brasil.** Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL, Año 2011 ISSN-2115-2563

SILVA, F. J.L.T; ROCHA, D.; AQUINO, C, M, S. **Geografia, Geotecnologias e as Novas Tendências da Geoinformação:** indicação de estudos realizados na região Nordeste. Revista InterEspaço, Grajaú/MA,v2,n6,p.176-197, maio-agosto, 2016.

SUDENE. **Nova delimitação do semiárido brasileiro.** Brasília-DF, 2007. Disponível em> https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/publicacoes/cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf> Acesso em 04 Jun 2021.

SUDENE. **RESOLUÇÃO Nº 115, DE 23 DE NOVEMBRO DE 2017.** ISSN 1677-7042. Diário Oficial da União. Nº 232, terça-feira, 5de dezembro de 2017.

SOUZA, S. **Análise espacial de dados geográficos.** Resenhas. Cad. Saúde Pública 21 (4). Ago 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000400034> In: (Org.) DRUCK, M. S. CARVALHO, S; CÂMARA, G & V.MONTEIRO, A.M.V. RESENHAS BOOK REVIEWS. ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004 208 pp. ISBN: 85-7883-260-6

SOSTENES, G. de S. **Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na região metropolitana do Cariri (Ce), Brasil.** Revista Geográfica de América Central, vol. 2, núm. 63, 2019

VILLAR, P. C. **As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise.** Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 1 n p. 83-102. Jan/mar. 2016.

NOBRE, P. **As origens das águas no Nordeste.** In: A questão da água no nordeste (Org) ANA. BRASÍLIA, - DF, 2012.

HAYNE, L. A; WYSE, A. T. S. **Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino de ciências e tecnologia.** R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 37-64, set./dez. 2018