



## ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS POÇOS TUBULARES DO CRAJUBAR LOCALIZADO NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI

Erika Alves de Meneses, UFPE – CAA, erika.meneses@ufpe.br;  
Maria Clara da Rocha dos Santos Silva, UFPE – CAA, mariarocha.silva@ufpe.br;  
Cassia Gisele Dias Porto, UFPE – CAA, cassia.porto@ufpe.br;  
Karinne Martins Batista, UFPE – CAA, karinne.martins@ufpe.br;  
Diogo Henrique Fernandes da Paz, UFPE – CAA, diogo.henriquepaz@ufpe.br;  
Gilson Lima da Silva, UFPE – CAA, gilson.lsilva@ufpe.br;  
Anderson Luiz Ribeiro de Paiva, UFPE – Recife, anderson.paiva@ufpe.br.

### Resumo

O trabalho aborda uma análise quantitativa e qualitativa dos poços tubulares localizados na Região Metropolitana do Cariri (RMC), utilizando os dados disponibilizados pelo Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS). O desenvolvimento da pesquisa foi a partir da análise da coleta através do banco de dados do SIAGAS da RMC em termos de quantidade e qualidade de água disponível, fornecendo informações essenciais para o gerenciamento e conservação dos recursos hídricos subterrâneos. Com base nas análises, obteve-se informações detalhadas sobre o estado dos poços tubulares da RMC, como os níveis da água subterrânea, a vazão dos poços e a qualidade da água no que se refere os parâmetros como pH, turbidez, presença de minerais e poluentes, entre outros. Conclui-se que para que ocorra a disponibilidade de água subterrânea da região e seu uso sustentável, é fundamental o planejamento e a gestão dos recursos hídricos na área, auxiliando na tomada de decisões sobre o uso dos poços tubulares para a Região Metropolitana do Cariri.

**Palavras-chave:** Abastecimento público, CRAJUBAR, Poços Tubulares, Recursos Hídricos subterrâneos, RMC.

### 1. Introdução

Referem-se as águas subterrâneas, aquelas que estão armazenadas no subsolo, geralmente nos poros das rochas e dos sedimentos, formando reservatórios naturais denominado como aquíferos. Essas águas desempenham um papel essencial na garantia de acesso à água potável e detém 97% das águas doces líquidas do planeta, caracterizado como o maior reservatório de água doce do mundo (Hirata *et al.*, 2019).

Esses aquíferos são resultado da capacidade de armazenamento do subsolo e são recarregados principalmente pelo escoamento natural do ciclo hidrológico. Com a crescente urbanização, industrialização nas cidades e a agricultura, a exploração das águas subterrâneas aumentará, tornando o gerenciamento e a preservação desse recurso ainda mais críticos (Gonçalves *et*



*al.*, 2019). Em contexto, os aquíferos atuam como reservatórios de água subterrâneas que são explorados para o abastecimento público, irrigação, indústrias e outros usos.

O crescimento na demanda por água subterrânea devido as atividades antrópicas levam à exploração excessiva dos aquíferos, diminuindo os níveis de água e ameaçando a sustentabilidade ao longo prazo. Também, a gestão devida dos recursos hídricos subterrâneos envolve não apenas a regulação da exploração, mas na proteção contra a poluição, com o intuito de garantir a disponibilidade de águas subterrâneas de alta qualidade para as necessidades presentes e futuras (Riffel, 2011).

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos é regulamentada por meio de diversas leis e resoluções que fazem parte da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Em 1997, foi promulgada a Lei das Águas, Lei nº 9.433, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos da República Federativa do Brasil. Esta lei define os princípios, diretrizes e instrumentos para a administração dos recursos hídricos no país, abrangendo a gestão das águas subterrâneas (Grawer, 2015).

Diferente das águas superficiais, as águas subterrâneas são muitas vezes “invisíveis” e não se revelam facilmente aos olhos, o que pode dificultar a gestão e conscientização pública. Mesmo que em alguns municípios brasileiros a fonte hídrica principal seja as águas subterrâneas, há uma fragilidade na importância econômica e ambiental desse recurso pela sociedade

Sabe-se que as águas subterrâneas brasileiras são exploradas através de poços tubulares, sejam artesianos ou semiartesianos, poços escavados e de nascentes e não há um mapeamento real do número de poços no país, apesar de ser obrigatório por lei o registro da outorga de água (Hirata *et al.*, 2019).

A utilização dos poços tubulares compreende com as captações que extraem os maiores volumes de água subterrâneas, atendendo às necessidades das atividades econômicas da região. A diferença dos poços tubulares artesianos para os semiartesianos reside na pressurização natural e na necessidade de bombeamento, os poços artesianos têm uma pressão que permite a água subir naturalmente, enquanto poços semiartesianos requerem bombas para extrair a água (Hirata *et al.*, 2019).

A ausência da conscientização sobre a importâncias das águas subterrâneas pode resultar na exploração insustentável, contaminação e degradação desse recurso. A Resolução CONAMA nº 356, de 2005, estabelece critérios e diretrizes para a gestão de águas subterrâneas no país, reconhecendo a importância da proteção, conservação e uso sustentável desses recursos. Ainda, a Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, aborda os critérios e diretrizes gerais para a proteção da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos relacionados com as atividades agrossilvopastoris.

Na região do Nordeste, o abastecimento de água tem sido historicamente desafiador devido às características climáticas da região, que é predominantemente semiárida, com chuvas escassas e irregulares (Gomes, 2013). Mediante a isso, as formas de abastecerem as comunida-



des nordestinas seguem-se de diversas formas como açudes, barragens, poços tubulares, projetos de reuso de água, dessalinização, gestões sustentáveis e obras de interligações de bacias, no caso a do Rio São Francisco.

Ressalta-se que a questão do abastecimento de água não se resume apenas à quantidade de água disponível, mas também à sua qualidade. A má qualidade da água é um fator crítico que contribui consideravelmente para a escassez e para diversos problemas, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas (Gomes, 2013).

No sul do Estado do Ceará, a Região do Cariri está situada na Bacia sedimentar do Araripe e abriga importantes sistemas de aquíferos e reservas significativas de água subterrâneas. Ainda, os aquíferos dessa região geográfica do nordeste brasileiro têm um papel crucial fornecendo água para os municípios, a agricultura e outras atividades econômicas (Cavalcante *et al.*, 2011).

Com as melhores unidades de conservação de águas subterrâneas, a região do Cariri compreende os aquíferos do Rio da Batateira, Missão Velha e Mauriti (Veríssimo, 2007). E para o abastecimento das cidades a exploração dos poços tubulares compreende como uma das principais fontes de abastecimento de água para os municípios.

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) é uma plataforma desenvolvida pela Agência Nacional de Águas (ANA) no Brasil. O principal objetivo da plataforma é coletar, armazenar e disponibilizar informações sobre águas subterrâneas em todo o território brasileiro. Essa ferramenta facilita a gestão dos recursos hídricos subterrâneos do país. Além disso, ajuda a monitorar a quantidade e qualidade de água subterrânea, permitindo a identificação de problemas de superexploração, contaminação, entre outros problemas (CPRM, 2020).

A análise utilizando a plataforma do SIAGAS é uma abordagem eficiente para alcançar dados que contribuirá para o planejamento urbano e econômico, a segurança do abastecimento de água e a sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos. Vale ressaltar que o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, que desenvolveu o SIAGAS, não é responsável pela gestão das águas subterrâneas passando essa atribuição aos Estados.

Dessa forma, a realização desse trabalho visa analisar as águas subterrâneas da região do CRAJUBAR, localizada no Região Metropolitana do Cariri (RMC), que são exploradas através dos poços tubulares, nos quesitos de qualidade e quantidade. Tendo em vista que a análise qualitativa é crucial para garantir a segurança do consumo humano e de animais, além de garantir em atender aos padrões de qualidade estabelecidos por órgãos reguladores. Como também, a quantidade de água subterrânea disponível e situação dos poços que abastecem os municípios tornando uma parte essencial para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos na região.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei 9.433 (Brasil, 1997), de janeiro de 1997, estabelece o sistema de gestão de recursos hídricos no Brasil, com o objetivo de promover a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos em todo o território nacional. Esta Lei determina as bases para proteção, conservação,



utilização racional e planejamento dos recursos hídricos, considerando a água como um bem de valor econômico, concomitante, um bem de domínio público. Esta lei considerou o art. 26 da Constituição Federal onde atribui aos estados brasileiros a competência para legislar sobre os bens pertencentes aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios.

As diretrizes abordadas pela Lei 9433 (Brasil, 1997) incluem a gestão descentralizada dos recursos hídricos, os instrumentos de gestão, a prioridade ao uso múltiplo da água, participação social, a conservação dos ecossistemas aquáticos e a gestão integrada. Os instrumentos de gestão utilizados pela lei são os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água, a outorga de direitos de uso da água e o sistema de cobrança pelo uso da água como uma forma de promover a utilização sustentável e equitativa dos recursos hídricos.

## 2.2 Resolução CONAMA nº 396/2008

A Resolução CONAMA nº 396 (CONAMA, 2008), de 3 de abril de 2008 classifica e apresenta as diretrizes ambientais para a categorização das águas subterrâneas brasileiras. Ela estabelece critérios e diretrizes para a proteção, controle da poluição e gerenciamento das águas subterrâneas, visando à preservação da qualidade desse recurso natural. As águas subterrâneas são classificadas em Classe Especial e Classe 1 ao 5, onde as águas de Classe Especial devem manter suas características naturais mantidas e a Classe 5 não estão nos padrões condicionados pela Resolução em questão.

Dessa forma, as diretrizes ambientais usadas pela Resolução nº 396 (CONAMA, 2008) em seu Art. 20 seguem em conjunto com órgãos que gerenciam os recursos hídricos mencionando a importância da implementação de Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Proteção de Poços. No seu Art. 22, é estabelecido que as restrições e exigências associadas à classe de enquadramento das águas subterrâneas devem ser consideradas e obedecidas em várias etapas da gestão ambiental, incluindo o licenciamento ambiental, o zoneamento econômico-ecológico e outros instrumentos de gestão ambiental.

## 2.3 Resolução da ANA nº 1047/2014

A Resolução n.1047/2014 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2014) estabelece as condições e procedimentos para outorga de direitos de uso de recursos hídricos de domínio da União e regula questões relacionadas à concessão de permissões e autorizações para o uso de águas em rios e corpos d'água de domínio federal no Brasil. A Resolução nº 1047 (ANA, 2014) considera os Art. 14 da Lei 9433 (Brasil, 1997) sobre a autorização do Poder Executivo Federal na delegação aos Estados e o Distrito Federal a competência para concessão da outorga de direito de uso das águas que são da União. Também, contempla a Resolução ANA nº 436/2013 (ANA, 2013) e a Resolução CNRH nº 16/2001 (ANA, 2001) que determina os processos e as diretrizes para a delegar na emissão de outorga.

As diretrizes abordadas são de direito de uso e outorga, prazos e renovações, restrições e condicionantes, revisão e alterações, fiscalização e monitoramento. Em seu Art. 1º é delegado



ao Estado do Ceará, através da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) a competência para emitir outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União determinados a partir da Portaria ANA nº 62 (ANA, 2013), de 26 de março de 2013. Os reservatórios excluídos da delegação no Ceará são Jati, Atalho, Porcos, Cana Brava, Cipó, Boi I e Boi II.

#### **2.4 Lei Estadual nº 14.844/2010 (Lei da Água no Ceará)**

A Lei em questão é uma legislação importante que estabelece as diretrizes e regulamentações para a gestão dos recursos hídricos no estado do Ceará. Essa lei é um marco legal que visa a promoção do uso sustentável da água, a proteção dos mananciais e a preservação do meio ambiente. Nela está disposto os principais objetivos e disposições que incluem a gestão integrada dos recursos hídricos incluindo os órgãos governamentais, a proteção dos mananciais estabelecendo medidas para conservação das fontes naturais, outorgas de direito de uso que regula e garante que o uso da água seja controlado e sustentável.

Também, outro objetivo da Lei Estadual nº 14.844/2010 (Ceará, 2010) é o enquadramento dos corpos d'água que define critérios para classificar a qualidade dos corpos d'água e os usos permitidos. Com isso, a Lei estabelece o Fundo Estadual de Recursos Hídricos que financiam ações de gestão e proteção dos recursos hídricos.

Ainda, a Lei estabelece um sistema de informações sobre recursos hídricos para coletar, armazenar e disseminar dados relacionados à água. No estado do Ceará, o sistema de informações destinado a coletar, armazenar, organizar e disponibilizar os dados relacionados aos recursos hídricos é o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SIRH.

Também, as Resoluções da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará – SRH, em conjunto com o Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – CONERH são instrumentos normativos que regulamentam a gestão dos recursos hídricos no Estado.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Área de estudo**

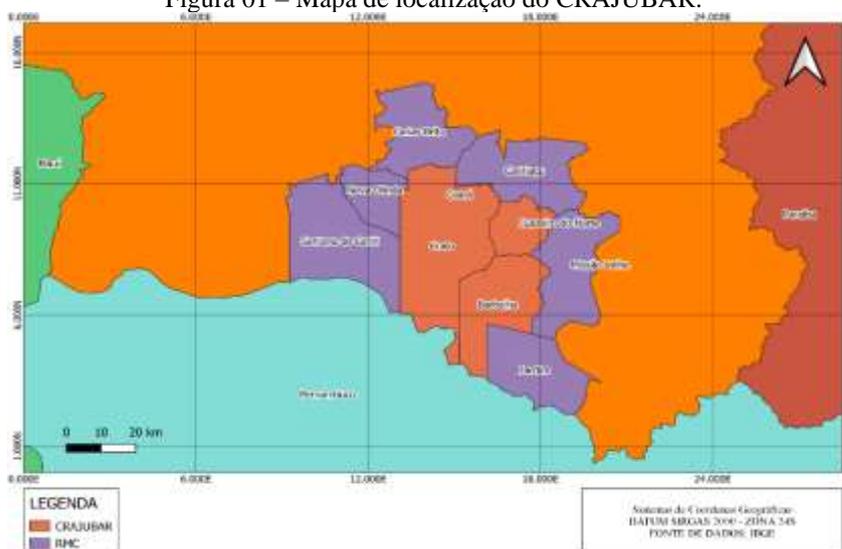
Dos nove municípios que formam a Região Metropolitana do Cariri, três municípios compõem a Região do CRAJUBAR, denominada pelos municípios de Crato – 1.138,15 km<sup>2</sup> (CRA), Juazeiro do Norte – 258,79 km<sup>2</sup> (JU) e Barbalha – 608,16 km<sup>2</sup> (BAR) detendo uma área total de 2.005,10 km<sup>2</sup> (Figura 01). O abastecimento público de água dessas cidades é feito através de água subterrânea por poços tubulares, como também, por fontes localizadas no município do Crato e Barbalha. Os poços analisados estão dentro da bacia hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental mais precisamente nas sub-bacias do Rio Jaguaribe, Rio Parnaíba, Rios Acaraú, Pirranji, Rios Apodi, Piranhas e outros.

A entidade prestadora do serviço de abastecimento de água para as cidades de Juazeiro do Norte e Barbalha é Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE com abrangência



regional e da cidade de Crato é a Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato com abrangência local (SNIS, 2021).

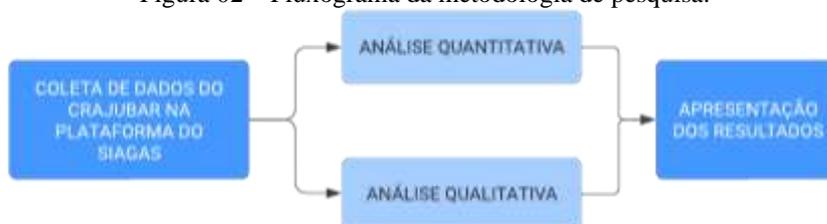
Figura 01 – Mapa de localização do CRAJUBAR.



Fonte: Autores, 2023.

Para o desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se a plataforma do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2023) no ano de 2023, seguindo o passo a passo mostrado no fluxograma (Figura 02) com o intuito de chegar nos resultados referidos.

Figura 02 – Fluxograma da metodologia de pesquisa.



Fonte: Autores (2023).

A primeira fase compreende a extração de dados pertinentes do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Esses dados englobam informações sobre a quantidade e características dos poços, bem como informações sobre a qualidade da água. Na análise quantitativa, são coletadas informações referentes ao número de poços, sua localização geográfica (coordenadas), a natureza dos poços, sua situação, o uso da água, a profundidade dos poços e a vazão específica. Para a análise qualitativa, são considerados parâmetros específicos, como condutividade elétrica, cor, turbidez e aspecto da água. Com base nesses dados, foram utilizadas



análises gráficas, tabelas e mapas temáticos para identificar eventuais deficiências no banco de dados do SIAGAS, que disponibiliza informações por meio de planilhas Excel. Além disso, foi verificado se esses dados relativos à qualidade da água estavam em conformidade com as regulamentações dos órgãos competentes no ano de 2023.

#### 4. Resultados

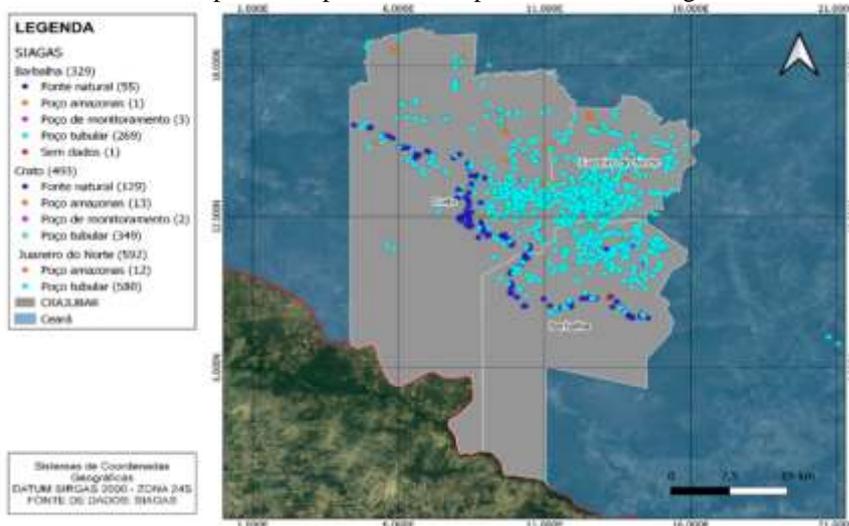
A coleta do banco de dados do SIAGAS identificou um total de 1.414 pontos de abastecimento de água subterrânea, com a distribuição para Juazeiro do Norte (592), Crato (492) e Barbalha (329).

A partir da representação dos pontos de abastecimento de água subterrânea nas cidades de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, identificou-se a natureza de cada um desses pontos de abastecimento (Figura 03). A natureza desses pontos de abastecimento pode variar dependendo do uso e da finalidade da água subterrânea.

A natureza de cada ponto de abastecimento de água subterrânea pode ser determinada com base na legislação e regulamentações locais, bem como nas informações disponíveis no SIAGAS e em documentos adicionais relacionados a esses pontos. Identificar a natureza desses pontos é fundamental para a gestão adequada dos recursos hídricos e para garantir que a água seja usada de acordo com as regulamentações e diretrizes aplicáveis.

Na Figura 03, pode-se perceber que, predominantemente, as cidades de Crato e Barbalha possuem várias fontes naturais que abastecem um total de 184 pontos. Isso porque as respectivas cidades compartilham de vários corpos d'água superficiais artificiais e naturais.

Figura 03 – Natureza dos pontos disponibilizados pelo SIAGAS da região do CRAJUBAR.



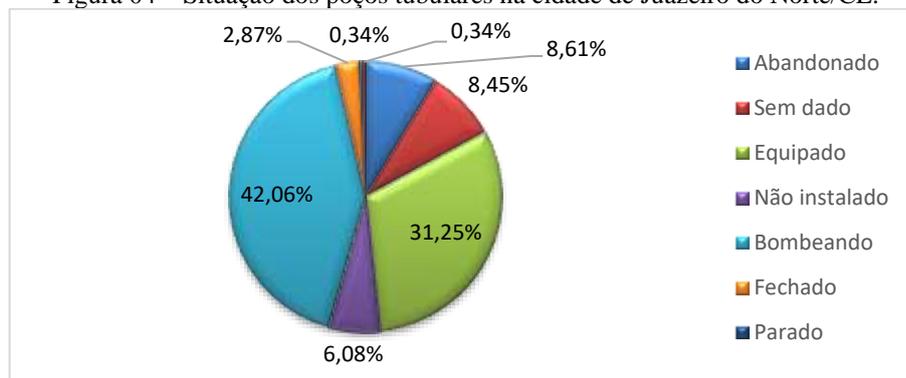
Fonte: Autores (2023).



Com base na Figura 03, é observado que as cidades do CRAJUBAR não possuem apenas poços tubulares, mas também contam com fontes naturais e poços do tipo "poços amazonas" de uso comunitário para abastecimento de água. No entanto, é importante notar que, na cidade de Barbalha, há um ponto em que não há informações disponíveis sobre a natureza da fonte de água.

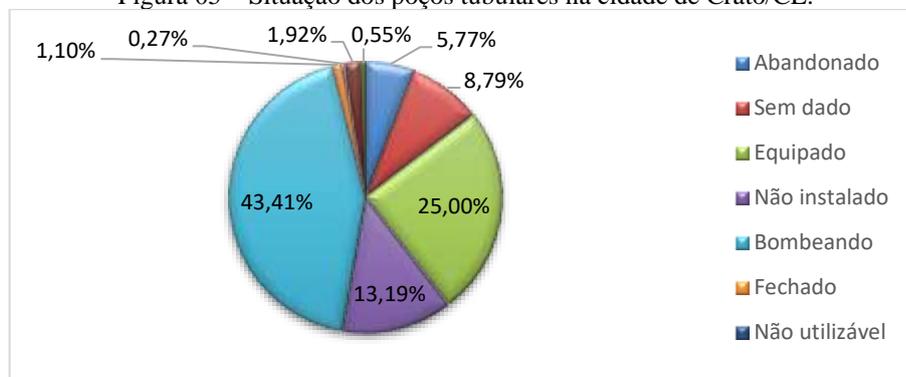
A variedade de fontes de abastecimento de água, incluindo poços tubulares (1.198), fontes naturais (184) e poços amazonas (26), é comum em muitas regiões, especialmente em áreas onde a água subterrânea desempenha um papel significativo no fornecimento de água potável como nessa região. Cada tipo de fonte pode ter características e requisitos de gestão diferentes. Os gráficos 01 e 02 (Figuras 4 e 5, respectivamente) informam a situação dos poços tubulares na cidade de Juazeiro do Norte/CE e no Crato/CE.

Figura 04 – Situação dos poços tubulares na cidade de Juazeiro do Norte/CE.



Fonte: Adaptado do SIAGAS (2023).

Figura 05 – Situação dos poços tubulares na cidade de Crato/CE.



Fonte: Adaptado do SIAGAS (2023).

Pode-se observar nas Figuras 4 e 5 a situação no que diz respeito aos poços tubulares e poços do tipo “poços amazonas” para as cidades em estudo. A cidade de Juazeiro do Norte

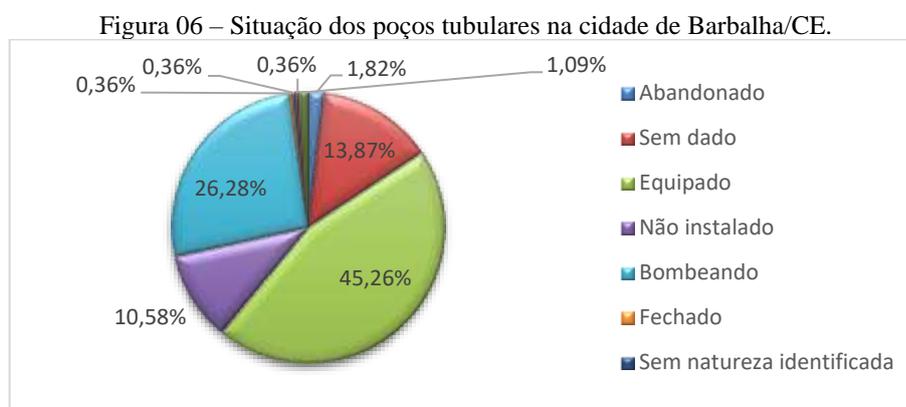


possui uma situação de 42,06% dos poços cadastrados bombeando, 31,25% equipados, 6,08% não instalados, 8,61% abandonados, 8,45% sem dados, 2,87% fechados, 0,34% parado e 0,34% seco. É importante notar que o abandono de poços requer procedimentos adequados para evitar a contaminação do aquífero e proteger o meio ambiente. Além disso, a gestão adequada desses poços é fundamental para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos subterrâneos. Entre esses poços abandonados o uso da água é de abastecimento doméstico (07), abastecimento industrial (03) e abastecimento múltiplo (13).

A cidade Crato possui 364 poços que são classificados por poços tubulares (70,79%), poços do tipo “amazonas” de uso comunitário (2,64%) e poço de monitoramento (0,41%). A análise a respeito da situação desses poços se encontra na Figura 5, onde se observa que os poços de monitoramento (0,41%) são de uso da RIMAS para coleta de dados sobre o nível da água subterrânea e a qualidade da água. Além dos poços, a cidade de Crato também possui fontes naturais, que representam 26,17% da forma de abastecimento. As fontes naturais são corpos d’água originados naturalmente, como nascentes ou córregos.

Vale ressaltar que a situação de abandono dos poços tubulares na cidade de Crato possui uma taxa de 5,77% com abastecimento múltiplo (2), abastecimento doméstico (1) e 18 poços apresentam ausência de dados do uso. O abandono de poços tubulares pode ter várias causas, incluindo a falta de manutenção, obsolescência, problemas de qualidade de água ou desativação devido a novas fontes de abastecimento.

A maioria dos poços em Barbalha, 45,26%, estão equipados (Figura 6). Isso significa que esses poços estão prontos para serem usados, embora não necessariamente estejam bombeando água no momento. Cerca de 26,28% dos poços em Barbalha estão ativamente bombeando água no momento, fornecendo água para seus usos específicos.



Fonte: Adaptado do SIAGAS, 2023.

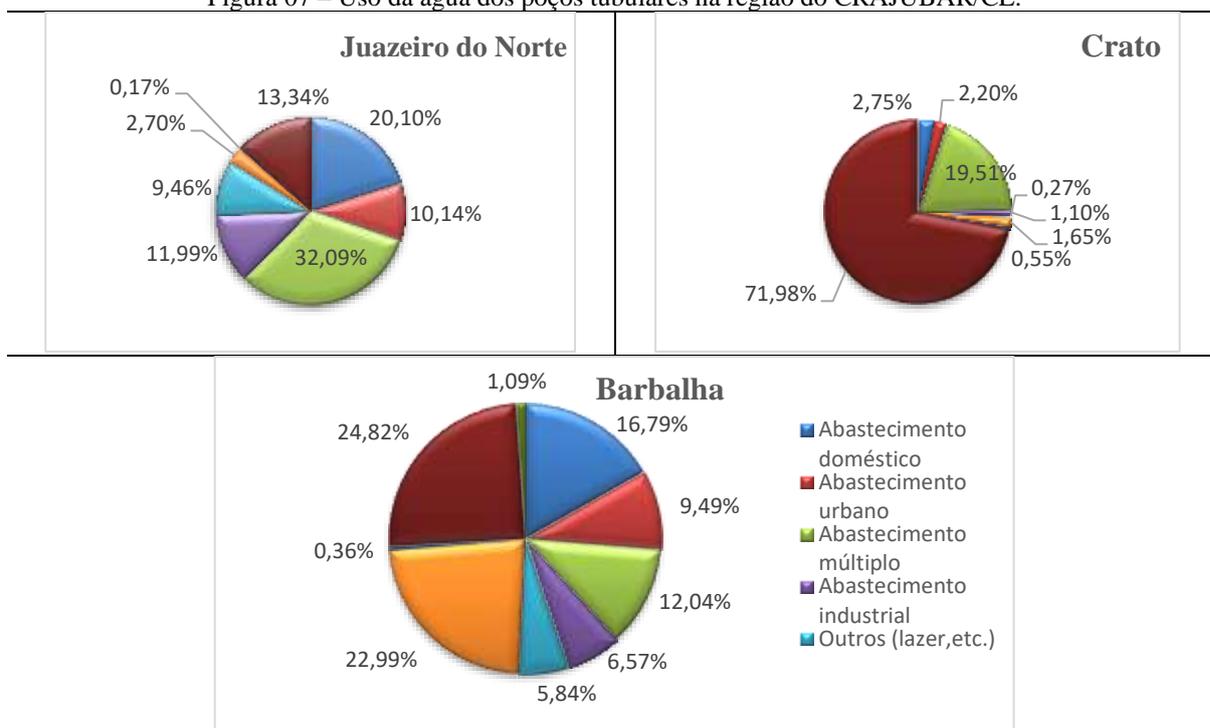
Há uma porcentagem significativa de poços, cerca de 13,87%, para os quais não há informações disponíveis na base de dados. Isso pode indicar uma falta de dados sobre a situação atual desses poços. É importante notar que a falta de dados pode ser um desafio na gestão de



recursos hídricos, pois a falta de informações precisas dificulta a tomada de decisões informadas e a gestão adequada dos poços e das fontes de água subterrânea.

Acerca do uso da água pode-se notar que a cidade de Juazeiro do Norte passa com maior taxa no abastecimento múltiplo (32,09%) (Figura 7) o que pode indicar que a água subterrânea é usada para uma variedade de fins, como abastecimento público, industrial, agrícola e outros. Ainda, pode-se notar que a segunda taxa maior é o abastecimento doméstico (20,10%) que sugere que uma parcela significativa da água é destinada ao consumo humano, como água potável nas residências.

Figura 07 – Uso da água dos poços tubulares na região do CRAJUBAR/CE.



Fonte: Adaptado do SIAGAS (2023).

A taxa de "sem dado" em relação ao uso da água nas cidades de Crato e Barbalha, de 71,98% e 24,82% (Figura 7), respectivamente, é uma preocupação significativa na gestão dos recursos hídricos nessas áreas. Isso indica uma falta de informações essenciais sobre como a água subterrânea está sendo utilizada, o que pode dificultar a tomada de decisões informadas e a gestão adequada dos recursos hídricos. Vindo atrás como a segunda maior taxa tem-se o abastecimento múltiplo (19,51%) para a cidade do Crato e irrigação (22,99%) para cidade de Barbalha (Figura 7).

A falta de dados sobre o uso da água pode representar um desafio na gestão dos recursos hídricos, pois dificulta a compreensão de como a água subterrânea está sendo utilizada e a capacidade de planejar adequadamente o abastecimento de água, a manutenção e a proteção dos



aquíferos. Os parâmetros a respeito da profundidade e da vazão específica das cidades em questão estão delimitados na Tabela 01 apenas para os poços que estão em situação de bombeamento e equipados. Para essas situações a cidade de Juazeiro do Norte possui 434 poços, Barbalha 196 poços e Crato 249 poços.

Tabela 01 – Profundidade em metros disponibilizada pelo SIAGAS na região do CRAJUBAR.

Cidades	Sem dados	Profundidade dos poços (m)								
		5 < P < 50	50,1 < P < 100	100,1 < P < 150	150,1 < P < 200	200,1 < P < 250	250,1 < P < 300	300,1 < P < 350	350,1 < P < 400	400,1 < P < 450
Juazeiro do Norte	18	46	292	53	19	3	0	1	0	2
Barbalha	14	12	123	33	10	4	0	0	0	0
Crato	15	29	148	49	6	2	0	0	0	0

Fonte: Autores (2023).

Na Tabela 01, observa-se a alta quantidade de poços com profundidades entre 50,1 a 100 metros nas três cidades. A alta concentração de poços nessa faixa de profundidade sugere que a água está disponível e acessível a uma profundidade relativamente rasa. A disponibilidade de água a essa profundidade pode tornar a perfuração de poços mais eficiente e econômica, uma vez que não é necessário perfurar profundidades excessivas para acessar a água subterrânea. Também, apenas a cidade de Juazeiro do Norte possui 3 poços maior que 250 metros, (2) equipados e (1) bombeando.

Em relação à vazão específica, na Tabela 02 pode-se analisar dos dados disponibilizados pelo SIAGAS onde a alta quantidade de poços com vazões específicas estão entre 0,001 a 5 m<sup>3</sup>/h. Vazões específicas nessa faixa indicam que muitos dos poços podem ser usados para abastecimento de água a nível local ou regional, uma vez que possuem capacidade de produzir água em uma faixa de vazão significativa. O número de poços sem dados sobre a profundidade e a vazão específicas são preocupantes e pode dificultar a avaliação precisa da capacidade de produção de água e gestão das águas subterrâneas do CRAJUBAR.

Tabela 02 – Vazão específica disponibilizada pelo SIAGAS na região do CRAJUBAR.

Cidades	Sem dados	Vazão Específica (m <sup>3</sup> /h)									
		0,001 < V < 5	5,01 < V < 10	10,01 < V < 15	15,01 < V < 20	20,01 < V < 30	30,01 < V < 40	40,01 < V < 50	50,01 < V < 60	60,01 < V < 70	V > 70
Juazeiro do Norte	145	259	22	5	2	1	0	0	0	0	0
Barbalha	43	125	17	4	1	1	2	1	1	0	1
Crato	67	153	19	3	1	3	0	1	1	0	1

Fonte: Autores (2023).

Conclui-se que as cidades do CRAJUBAR estão caracterizadas fontes naturais e poços. As fontes naturais, contadas em Barbalha e Crato com 184 pontos, apresentando apenas 22 fontes bombeando e



162 sem nenhum dado é disponibilizado. Para os poços coletados, estes são predominantemente mais utilizados no abastecimento de água da região. A ausência de dados para os poços cadastrados é uma preocupação importante e pode representar uma lacuna significativa na informação disponível para a gestão dos recursos hídricos na região do CRAJUBAR.

A respeito da qualidade da água foi avaliado os parâmetros de condutividade elétrica, cor e turbidez e estão representadas nas Tabelas 3, 4 e 5, apenas para poços bombeando e equipados.

A condutividade elétrica é um indicador crítico da qualidade da água, uma vez está relacionada à concentração de íons dissolvidos na água. A ausência de dados pode limitar a compreensão da qualidade da água e a capacidade de avaliar à saúde ou ao meio ambiente. Nota-se que quanto maior a concentração de íons dissolvidos na água, maior será a condutividade elétrica. Isso ocorre porque os íons carregados (positivos e negativos) conduzem eletricidade.

A cor é um parâmetro importante de qualidade da água e é frequentemente utilizado para avaliar a sua potabilidade e a sua adequação para usos específicos. A cor da água pode ser influenciada por diversos fatores, sendo um indicativo visual da presença de substâncias dissolvidas, suspensas ou coloidais na água. A informação de que Juazeiro do Norte e Barbalha possuem os menores índices de cor na água é relevante e pode indicar que, em geral, a água nessas áreas possui uma menor concentração de partículas e materiais em suspensão que contribuem para a cor da água. Isso pode ser um indicativo de água mais clara e com menor turbidez, o que geralmente é preferível em termos de qualidade da água.

No entanto, é importante notar que para Crato, há apenas um poço com registro sobre a cor da água. A falta de dados de cor da água para a maioria dos poços em Crato é uma lacuna na informação. A cor da água é um parâmetro relevante na avaliação da qualidade da água, uma vez que a cor pode estar relacionada à presença de substâncias orgânicas, sedimentos ou outros materiais que podem afetar a qualidade da água.

Tabela 03 – Parâmetro de Condutividade Elétrica disponibilizado pelo SIAGAS do CRAJUBAR.

Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )					
Cidades	Média	Mínimo	Máximo	Sem dados (poços)	Poços avaliados
Juazeiro do Norte	312,81	52,30	2100,00	344,00	434,00
Barbalha	288,81	88,58	394,00	191,00	196,00
Crato	270,05	102,00	569,00	231,00	249,00

Fonte: Autores (2023).

Tabela 04 – Parâmetro da cor da água disponibilizado pelo SIAGAS do CRAJUBAR.

Cor da água (HCU)					
Cidades	Média dos poços	Mínimo	Máximo	Sem dados (poços)	Poços avaliados
Juazeiro do Norte	3,57	0,00	30,00	400,00	434,00
Barbalha	3,64	0,00	10,00	185,00	196,00
Crato	-	7,50	7,50	248,00	249,00

Fonte: Autores (2023).



A turbidez é uma medida que indica o grau de turvação ou opacidade da água devido à presença de partículas em suspensão, como sedimentos, partículas orgânicas, argila, micro-organismos e outros materiais. Barbalha apresenta o maior nível de turbidez e pode ter várias causas, incluindo a erosão do solo, a presença de sedimentos em suspensão devido à atividade humana, eventos climáticos ou outras fontes de poluição. A turbidez elevada pode afetar a qualidade da água e a sua utilidade para diversos fins, incluindo o abastecimento público, a agricultura, a indústria e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Tabela 05 – Parâmetro de turbidez disponibilizado pelo SIAGAS do CRAJUBAR.

Turbidez (UNT)					
Cidades	Média	Mínimo	Máximo	Sem dados (poços)	Poços avaliados
Juazeiro do Norte	0,84	0,00	4,95	399,00	434,00
Barbalha	1,72	0,00	19,00	182,00	196,00
Crato	5,23	0,18	10,29	247,00	249,00

Fonte: Autores (2023).

## 5. Conclusões

A presente análise quantitativa e qualitativa dos poços tubulares da região do CRAJUBAR, utilizando o Banco de Dados do Sistema de Informação de águas subterrâneas (SIAGAS), revelou informações valiosas sobre a disponibilidade e qualidade da água subterrânea na região. Observou-se uma distribuição heterogênea de poços tubulares na região, com áreas de maior concentração em determinadas localidades. Isso pode ter implicações na gestão dos recursos hídricos, uma vez que algumas áreas podem estar mais sujeitas à sobre-exploração.

A análise da qualidade da água revelou variações significativas, especialmente em relação à turbidez e à condutividade elétrica. A presença de partículas em suspensão e a concentração de íons dissolvidos na água variaram em toda a região, destacando a necessidade de medidas de tratamento ou controle em determinadas áreas.

Para garantir a disponibilidade sustentável de água subterrânea na região do CRAJUBAR é fundamental a implementação de medidas de gestão cuidadosa dos recursos hídricos. Isso inclui a definição de limites de exploração, o monitoramento contínuo dos níveis de água subterrânea, a conservação de recursos e a promoção de práticas de uso responsável.

A falta de dados de condutividade elétrica em alguns poços é uma lacuna identificada. Recomenda-se a coleta de dados adicionais para preencher essas lacunas e a inclusão desse parâmetro nos registros do SIAGAS para futuras análises.

Em suma, esta análise fornece uma visão abrangente da situação dos recursos hídricos subterrâneos na região do CRAJUBAR. É imperativo que as conclusões deste estudo sirvam como base para políticas e ações de gestão que assegurem a disponibilidade sustentável de água subterrânea, bem como a melhoria da qualidade da água para atender às necessidades de consumo humano e outros usos na região.



## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado do Pernambuco (FACEPE), ao Grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA), a Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e ao Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru-PE, por todo o apoio e incentivo para o desenvolvimento da pesquisa.

## 7. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Portaria ANA nº 62/2013. Estabelece as disposições para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas de Rios de Domínio da União e dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de Rios de Domínio dos Estados e do Distrito Federal. Brasília, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução nº 436, de 25 de abril de 2016. Dispõe sobre as concessões ou autorizações de empreendimentos hidrelétricos em operação comercial em cursos d'água de domínio da União. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/resolucoes/ana/2016/436-2016.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução nº 1047, de 28 de julho de 2014. Define critérios para a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União para fins de geração de energia elétrica e para os aproveitamentos múltiplos com finalidade de geração de energia elétrica e regularização de vazões. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=133481>>. Acesso em: 28 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 525.

CAVALCANTE, I. N. A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO VALE DO CARIRI, CHAPADA DO ARARIPE – ESTADO DO CEARÁ. Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades, Fortaleza, p. 66-81, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/265728485\\_Os\\_recursos\\_hidricos\\_do\\_Ceara\\_Integracao\\_Gestao\\_e\\_Potencialidades/links/541a05b00cf25ebee9888642/Os-recursos-hidricos-do-Ceara-Integracao-Gestao-e-Potencialidades.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/265728485_Os_recursos_hidricos_do_Ceara_Integracao_Gestao_e_Potencialidades/links/541a05b00cf25ebee9888642/Os-recursos-hidricos-do-Ceara-Integracao-Gestao-e-Potencialidades.pdf). Acesso em: 30 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA nº 356, de 30 de abril de 2005. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de



irrigação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 maio 2005. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=100775#:~:text=Prorogação%20o%20prazo%20estabelecido%20no,de%20Assentamentos%20de%20Reforma%20Agr%C3%A1ria.>>. Acesso em: 27 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Estabelece os procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental da atividade de transporte de resíduos sólidos perigosos por meio de dutos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 abr. 2008. Seção 1, p. 78. Disponível em: <<https://ceetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/res39608.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Resolução CNRH nº 16/2001. Estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos. Brasília, 2001.

CPRM. RELATÓRIO SIAGAS 2020: “Coleta, Consistência, Armazenamento e Difusão de Informações Hidrogeológicas”. 2020. Disponível em: <[https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/21996/3/rel\\_anual\\_2020\\_siagas.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/21996/3/rel_anual_2020_siagas.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2023.

GOMES, M. C. R. ANÁLISE SITUACIONAL QUALITATIVA SOBRE AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE FORTALEZA, CEARÁ – BRASIL COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17482>. Acesso em: 30 out. 2023.

GONÇALVES, J. A. C.; ALMEIDA, M. S. L.; FERREIRA, M. A. M.; PAIVA, B. L. F. Surface water availability and groundwater in River Fish basin - Itabira-MG. Research, society and development, v. 8, p. 1-17, 2019.

GONÇALVES, J. A. C.; ALMEIDA, M. S. L.; FERREIRA, M. A. M.; PAIVA, B. L. F. Surface water availability and groundwater in River Fish basin - Itabira-MG. Research, society and development, v. 8, p. 1-17, 2019.

GRAWER, J. Diagnóstico Hidrogeológico e Hidroquímico da bacia hidrográfica do baixo Jacuí-RS utilizando o banco de dados do SIAGAS/CPRM. 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/131987>. Acesso em: 30 out. 2023.



HIRATA, R. *et al.* A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/bitstreams/e7d9e125-7b22-4706-915b-a397f8a91784>. Acesso em: 30 out. 2023.

Lei Estadual nº 14.844/2010 do Ceará. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e a criação do Sistema Integrado de Recursos Hídricos (SIARH-CE) e do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNERH). Ceará, 2010.

RIFFEL, E. S. *et al.* CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO MUNICÍPIO DE SANTA ROSA - RS. 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47217/50953>. Acesso em: 30 out. 2023.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - SIAGAS. CPRM - Serviço Geológico do Brasil: sistema de informação de águas subterrâneas. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas. 2023. Disponível em: [https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php). Acesso em: 30 out. 2023.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SIAGAS. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2023. Disponível em: <https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/>. Acesso em: 28 out. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) (2023). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/acl\\_users/credentials\\_cookie\\_auth/require\\_login?came\\_from=https%3A//www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/sistema-nacional-de-informacoes-sobre-saneamento](https://www.gov.br/mdr/acl_users/credentials_cookie_auth/require_login?came_from=https%3A//www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/sistema-nacional-de-informacoes-sobre-saneamento). Acesso em: 30 de out de 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS) (2023). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 30 de out de 2023.

VERÍSSIMO, L. S. *et al.* As águas subterrâneas do CRAJUBAR, região do Cariri - Estado do Ceará - Brasil. 2007. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23450/15537>. Acesso em: 30 out. 2023.

VERÍSSIMO, L.S. *et al.* RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE – ZONA LESTE, ESTADO DO CEARÁ. 2007. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22202/14553>. Acesso em: 30 out. 2023.