

## Panorama do Saneamento Básico no Arquipélago de Fernando de Noronha - PE

*Overview of Basic Sanitation in the Fernando de Noronha Archipelago – PE*

*Panorama del Saneamiento Básico en el Archipiélago de Fernando de Noronha - PE*

### **Mariana Marçal Freire**

Graduada em Arquitetura e Urbanismo, UFPB, Brasil.  
Graduanda em Engenharia Civil, UNICAP, Brasil.  
mariana.2018270220@unicap.br

### **Gabriel Lucas Moura de Andrade**

Graduando em Engenharia Civil, UNICAP, Brasil.  
gabriel.2016108382@unicap.br

### **Jefferson Antonio de Lima**

Graduando em Engenharia Civil, UNICAP, Brasil.  
jefferson.2016231116@unicap.br

### **Pedro Coelho Porto de Mendonça Uchôa**

Graduando em Engenharia Civil, UNICAP, Brasil.  
pedro.2018109048@unicap.br

### **Micaela Raissa Falcão de Moura**

Professora Dra. em Engenharia Civil, UNICAP, Brasil.  
micaella.moura@unicap.br

## RESUMO

Este artigo tem por objetivo analisar e comparar estudos anteriores do saneamento básico, com foco na captação de água e o sistema de dessalinização no arquipélago de Fernando de Noronha, juntamente com a identificação da evolução do sistema de abastecimento público de água e suas condições atuais. Toda a água doce da ilha é proveniente da captação das chuvas, devido a ausência de área territorial, ausência de mananciais perenes, alterações climáticas e aumento do turismo. Assim, a água é captada e armazenada em açudes durante o período chuvoso e distribuída no período seco, onde coincide com a alta estação turística e o aumento do consumo, a fim de mitigar a crise hídrica no arquipélago. Para tal, foram coletados dados através de levantamentos bibliográficos, pesquisa em sites do governo e entidades governamentais e jornais locais, garantindo desse modo a idoneidade das informações coletadas, possibilitando a sintetização e análise mais fidedigna dos resultados. Os resultados obtidos demonstram a necessidade de criar alternativas para o enfrentamento da crise hídrica na ilha, principalmente no período seco e pouco chuvoso, a alteração climática global e a demanda turística, que agrava ainda mais a situação atual.

**PALAVRAS-CHAVE:** ODS 6. Saneamento. Noronha.

## ABSTRACT

*This article aims to analyze and compare previous studies on basic sanitation, focusing on water collection and desalination systems in the archipelago of Fernando de Noronha, along with identifying the evolution of the public water supply system and its current conditions. All freshwater on the island comes from rainwater collection, due to the absence of territorial area, lack of perennial water sources, climate changes, and increased tourism. Thus, water is collected and stored in reservoirs during the rainy season and distributed during the dry season, which coincides with the high tourist season and increased consumption, in order to mitigate the water crisis in the archipelago. Data was collected through literature surveys, research on government websites and governmental entities, and local newspapers, ensuring the reliability of the collected information and enabling a more accurate synthesis and analysis of the results. The obtained results demonstrate the need to create alternatives to address the water crisis on the island, especially during the dry and less rainy period, as global climate change and tourist demand further aggravate the current situation.*

**KEYWORDS:** SDG 6. Sanitatio. Noronha.

## RESUMEN

*Este artículo tiene como objetivo analizar estudios de saneamiento básico, centrándose en la captación de agua y el sistema de desalinización en el archipiélago de Fernando de Noronha, junto con la identificación de la evolución del sistema de suministro público de agua y sus condiciones. Toda el agua dulce de la isla proviene de la captación de lluvias, debido a la ausencia de área territorial, ausencia de manantiales perenes, cambio climático y aumento del turismo. Así, el agua se capta y almacena en presas durante el período lluvioso y se distribuye en el período seco, donde coincide con la estación alta turística y el aumento del consumo, el fin de mitigar la crisis hídrica del archipiélago. Para ello, se recopilaron datos a través de encuestas bibliográficas, investigación en sitios web gubernamentales, entidades gubernamentales y periódicos locales, garantizando así la idoneidad de la información, posibilitando la síntesis y análisis más fiable. Los resultados obtenidos demuestran la necesidad de crear alternativas para afrontar la crisis hídrica en la isla, especialmente en el período seco y poco lluvioso, el cambio climático y la demanda turística, que agrava aún más la situación.*

**PALABRAS CLAVE:** ODS 6. Saneamiento. Noronha.

## 1 INTRODUÇÃO

O Arquipélago de Fernando de Noronha é um paraíso natural e ecológico com belas praias, relevo e rica flora e fauna, terrestre e aquática, que, por seus atributos naturais, é considerado o melhor ponto turístico do Brasil. A ilha principal é a única habitada por seres humanos (CPRM, 2020).

De acordo com SILVA et al. (2009), Noronha é um arquipélago do Atlântico Equatorial, formado por uma ilha principal, e por mais vinte ilhotas, totalizando uma área de 26 Km<sup>2</sup>. Devido à grande demanda de água para abastecimento, tem ocorrido com frequência limitações de abastecimento, com adoção de racionamentos.

Segundo Tavares et al. (2009), a Ilha enfrenta uma série de desafios em virtude da grande demanda da atividade turística. Devido a isso, o cenário hídrico é uma problemática histórica na região. Recorrentemente, o abastecimento tem sofrido uma série de medidas restritivas, sobretudo nos períodos de alta estação, nos quais a demanda é elevada.

Um dos fatores determinantes desta situação é o clima na região do Arquipélago, bastante influenciado pelas grandes massas de águas oceânicas, apresentando estações secas e chuvosas bem definidas, acentuada irregularidade de chuvas entre os anos e predominância da situação de déficit no balanço hídrico anual (CPRM, 2020).

O abastecimento de água de Fernando de Noronha é proveniente dos mananciais superficiais; e o principal manancial utilizado é chamado açude Xaréu. Com o aumento do turismo, bem como o aumento gradativo da demanda de água potável pela população, foi necessário o reforço com o uso da água do açude Pedreira, além da perfuração de poços profundos. Porém, apesar de tais medidas, o déficit no abastecimento permanece e, como alternativa utilizada pelo governo estadual, foi implementado o sistema de dessalinização da água do mar.

Nessa perspectiva, tendo como base os pressupostos da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), com enfoque no objetivo de desenvolvimento sustentável 6 (ODS 6), que trata de água potável e saneamento, este trabalho tem por objetivo analisar e comparar a evolução do saneamento básico, com foco no abastecimento de água e o sistema de dessalinização, no arquipélago de Fernando de Noronha- estado de Pernambuco- Brasil.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O planeta terra possui grande parte da sua superfície coberta por água. Apesar disso, as condições de preservação desse recurso vital para a humanidade estão cada vez mais ameaçadas.

### 2.1 Água

A superfície do nosso planeta é constituída por apenas 30% de terra firme. Os outros 70% são de água, correspondendo a um volume estimado de 1,4 bilhão de km<sup>3</sup> de água no planeta (GRASSI, 2001).

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, tanto animal quanto vegetal. Ela constitui mais de 60% de todas as funções necessárias à vida do organismo humano (SERAFIM et al., 2004).

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2006), 97,5% da água está concentrada nos oceanos, água salgada; outros 2,5% estão nos rios, água doce. Grande parte do consumo é oriundo das reservas de água doce. A fatia disponível de água doce não significa necessariamente que todo o volume está disponível para consumo, uma vez que as geleiras concentram 70% desse total e 29% estão represadas nos aquíferos subterrâneos, tornando o cenário da disponibilidade de recurso hídrico muito mais prejudicado.

Apesar da grande quantidade de água que cobre a superfície da Terra, existe uma crise mundial a respeito da disponibilidade hídrica de boa qualidade que atinge níveis locais, regionais e nacionais (MATHIOULAKIS et al, 2007).

## **2.2 Crise hídrica**

Entre as razões que contribuem para a escassez de água pode-se destacar o crescimento da população, o aumento da demanda, o rápido ritmo de urbanização, a grande parcela de água utilizada na agricultura, o esgotamento dos aquíferos, as alterações climáticas, o desperdício do recurso, a poluição proveniente da agricultura, indústria e resíduos humanos e a má gestão dos recursos hídricos (FALKENMARK; MOLDEN, 2008).

Desde meados dos anos 1990, o conceito de “segurança hídrica” foi objeto de discussões entre especialistas de diferentes áreas do conhecimento e submetido a controvérsias e revisões (COOK; BAKKER, 2012).

Vários dos principais aquíferos mundiais estão sob estresse hídrico crescente, e 30% dos maiores sistemas de água subterrânea estão se esgotando (RICHEY et al., 2015).

Cerca de 1,6 bilhão de pessoas enfrentam escassez “econômica” de água, o que significa que, embora a água possa estar fisicamente disponível, não existe infraestrutura necessária para que as pessoas tenham acesso a essa água (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007).

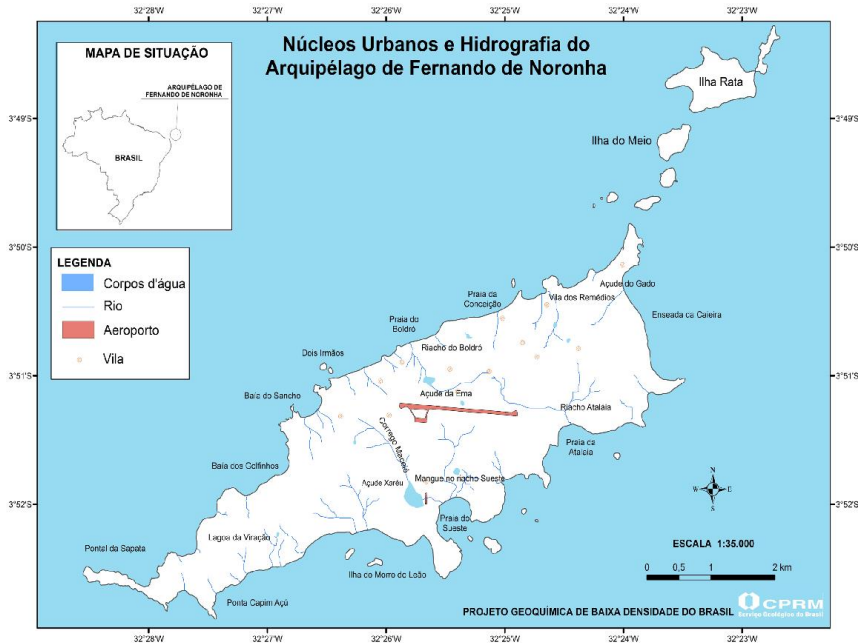
## **2.3 Arquipélago Fernando de Noronha**

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o arquipélago de Fernando de Noronha é um vulcão extinto há milhares de anos, sendo composto por 21 ilhas, ilhotas e rochedos, que estão a 545 km do Recife-PE. A única área habitada do arquipélago é a ilha principal, cuja extensão territorial é de 17 km, onde se encontram as atividades socioeconômicas (IBGE, 2020).

A figura 1 mostra o mapa das principais denominações geográficas e núcleos habitacionais do arquipélago Fernando de Noronha.



Figura 2 – Núcleos urbanos e hidrografia do Arquipélago de Fernando de Noronha.

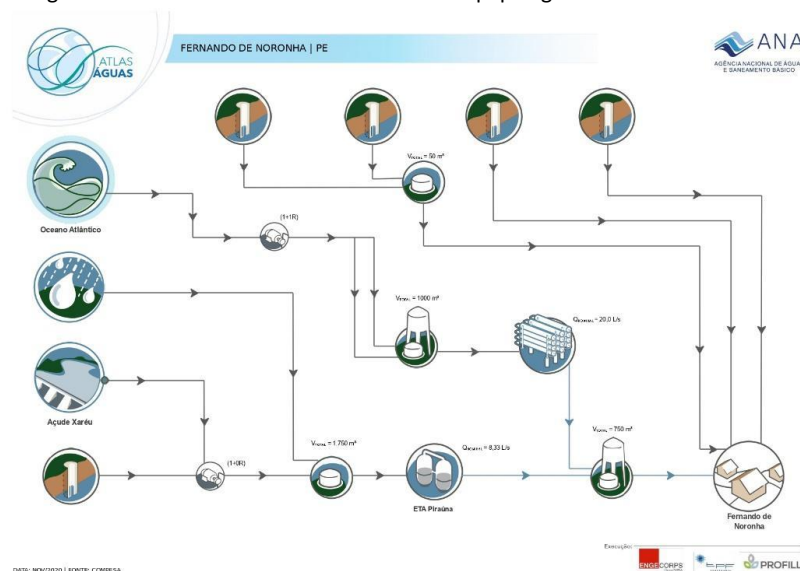


Fonte: Atlas Geoquímico de Fernando de Noronha – CPRM, 2020

O principal manancial utilizado para o abastecimento urbano está situado na pequena bacia hidrográfica do córrego Xaréu. O açude formado pelo represamento do córrego Xaréu é responsável pela maior parcela do atendimento público de água (chega a 60%), porém, sua capacidade máxima de acumulação dificilmente está disponível, precisando ser complementado com água do mar dessalinizada na Estação de Tratamento de Água da ilha, operada pela Companhia Pernambucana de Saneamento (CPMR, 2020, p.24).

A figura 3 apresenta o fluxograma dos processos de captação de água por poços artesianos, manancial superficial, armazenamento de chuva e dessalinização da água do mar para o abastecimento do arquipélago.

Figura 3 – Processos de Abastecimento no Arquipélago Fernando de Noronha



Fonte: COMPESA, 2020

Atualmente, o fornecimento de água (superficial) para a população da ilha depende de dois sistemas, o de dessalinização e o de captação no Açude do Xaréu, além de uma pequena contribuição de quatro poços principais, sendo realizado por meio do calendário de um dia com água para seis dias sem água (CPRM, 2020).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada para a realização deste trabalho foi a coleta de dados junto aos órgãos públicos e entidades, que são responsáveis por gerir os recursos hídricos do Estado de Pernambuco, além de órgãos públicos e fontes de informações ligados ao governo federal, bem como artigos científicos datados de 2009 até o presente ano, correlacionados diretamente ou indiretamente ao saneamento com enfoque no abastecimento do arquipélago Fernando de Noronha.

Os dados utilizados no presente artigo foram obtidos junto a Agência Nacional de água (ANA), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (AESBE) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIRH).

Figura 4 – Fluxograma da metodologia desenvolvida



Fonte: Autores, 2023

#### 4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Fernando de Noronha é caracterizado pela falta de bacias hidrográficas perenes de água doce, associado a esse fato, o clima da área apresenta estações secas e chuvosas marcantes e também chuvas irregulares durante o ano.

A Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) é a entidade responsável pelo sistema de abastecimento de água potável no arquipélago.

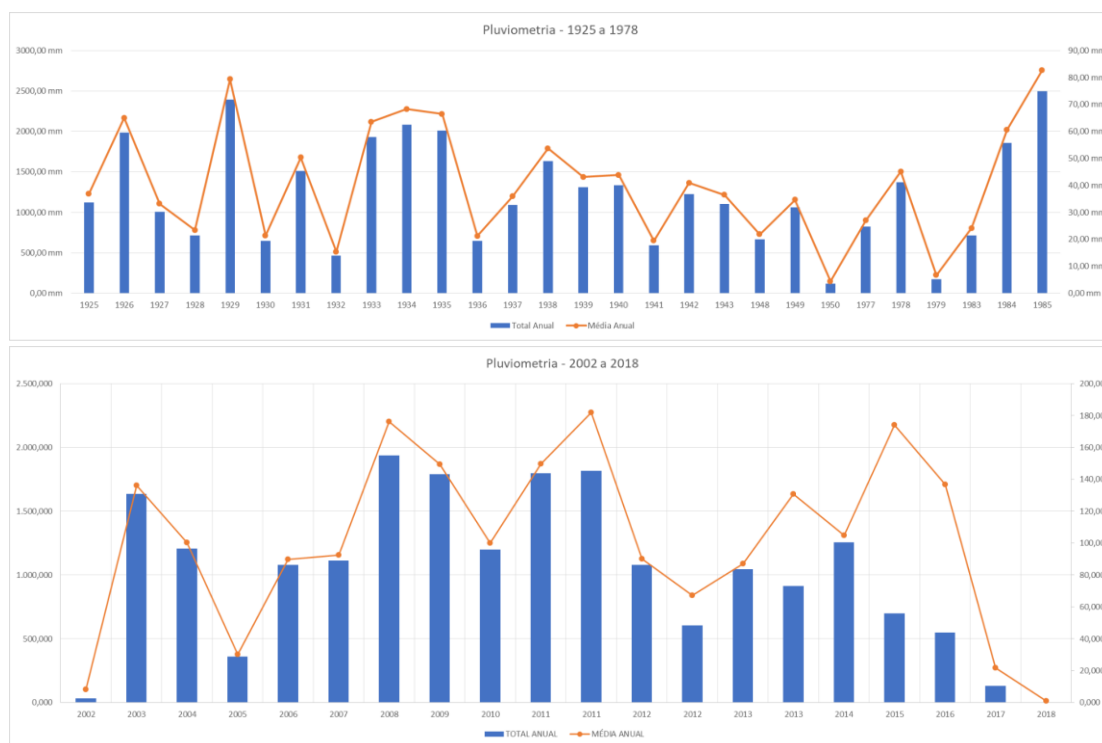
Com a falta de área territorial, a ausência de mananciais perenes, as alterações climáticas dos últimos anos e o aumento da demanda turística na ilha nos períodos de seca, Fernando de Noronha enfrenta atualmente uma crise hídrica e a entidade responsável enfrenta o desafio para solucionar o déficit hídrico.

##### 4.1 Precipitação pluviométrica

A análise pluviométrica do Arquipélago de Fernando de Noronha foi feita a partir dos dados coletados da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) sobre o acumulado das chuvas anuais e das médias de chuvas anuais. Porém, devido à inconsistência nos dados em alguns anos, foram determinados intervalos de períodos para caracterizar o cenário de maneira mais precisa.

A figura 5 revela um gráfico com dados coletados pela ANA e APAC nos anos de 1925 a 1985 onde podemos analisar um período de 60 anos. As médias pluviométricas anuais e acumulados total de chuvas durante esses anos variam bruscamente.

Figura 5 – Gráfico da pluviometria nos período de 1926 a 1943 (ANA, 2018) e período de 2003 a 2018 (APAC, 2018)

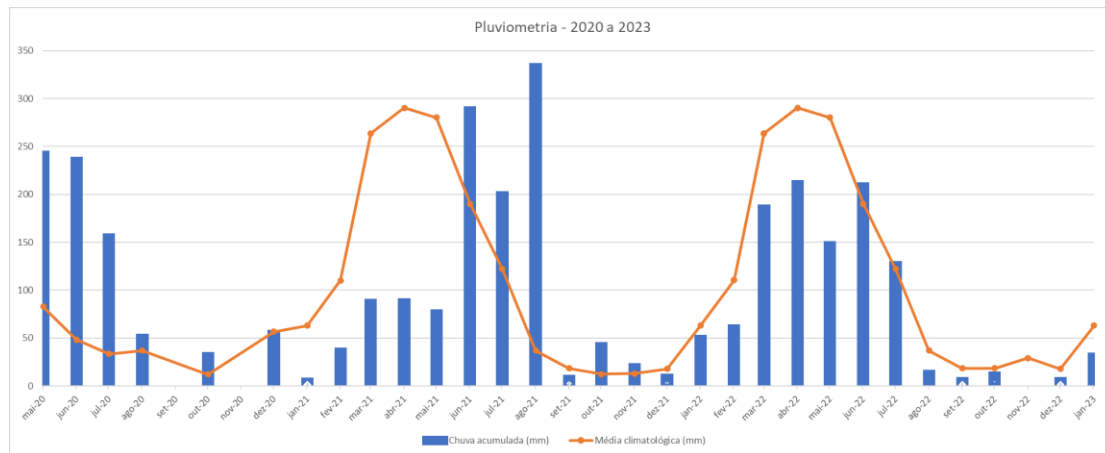


Fonte: Autores, 2023



Com base no gráfico a seguir (figura 6), nota-se que Noronha choveu uma média de 1429 mm por ano no período de 2020 a 2023, o que consolida um período chuvoso nos meses de março a julho e um período muito seco de agosto a fevereiro. Também se observa que os meses secos coincidem com a alta do turismo na ilha e conseqüentemente o aumento da demanda do consumo de água potável.

Figura 6 – Gráfico da pluviometria no período de 2020 a 2023 (APAC, 2023).



Fonte: Autores, 2023

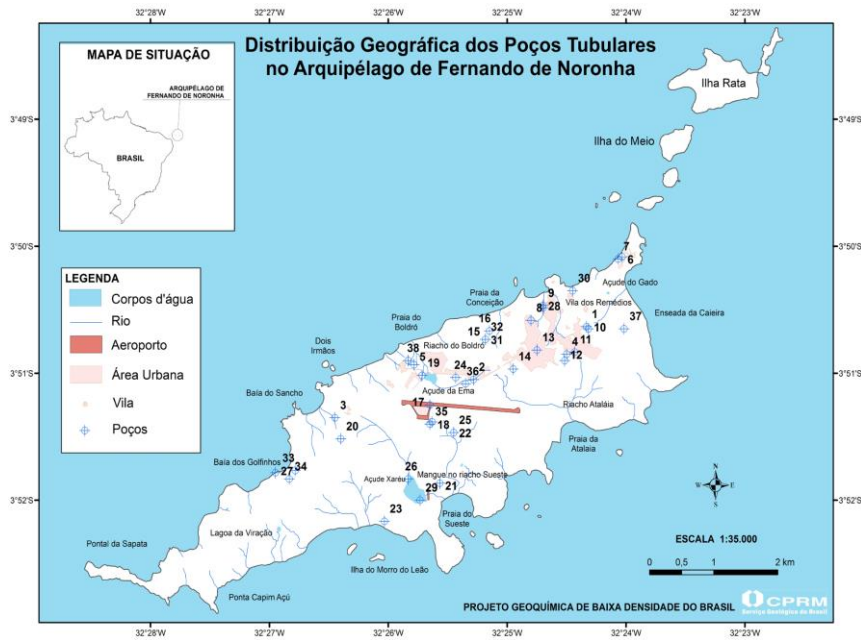
Quando analisamos comparativamente a climatologia do arquipélago com a climatologia da região metropolitana do Recife (RMR), que tem uma média de 2400 mm por ano, pode-se confirmar que a ilha chove muito menos do que RMR e que é necessário dar a devida importância para captação e armazenamento dessas águas, a fim de ajudar a complementar o abastecimento público nos períodos de alta no turismo.

#### 4.2 Disponibilidade hídrica subterrânea - poços

A perfuração de poços é uma importante alternativa para captação de águas subterrâneas em todo o território brasileiro, sendo bastante explorada e utilizada para o abastecimento humano. Também usado como recurso para captação de água no arquipélago de Fernando de Noronha.

Rocha (1995) cita a presença de 12 poços que eram utilizados para o abastecimento da ilha. Segundo Tavares et al (2009), apenas 2 poços eram operados pela COMPESA. Todavia, de acordo com a CPRM existe o registro de 36 poços tubulares que tem uma contribuição média no valor de 4,583 m<sup>3</sup>/h.

Figura 7 – Distribuição geográfica dos poços tubulares no Arquipélago de Fernando de Noronha.



Fonte: SIAGAS (CPRM, 2018).

A seguir, pode-se observar um quadro com as características gerais dos poços tubulares cadastrados até março de 2018.

Quadro 1- Características gerais dos poços tubulares cadastrados até março de 2018

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS POÇOS TUBULARES						
Profundidade (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Qualidade da Água	Situação	
21,6 a 70,0	1,77 a 28,0	7,33 a 47,6	0,3 a 6,1	doce a salgada	36 em funcionamento e 2 obstruídos	

Fonte: SIAGAS (CPRM, 2018).

Com base nos dados acima, pode-se notar que entre os anos de 1995 a 2018, houve um aumento da quantidade 12 para 36 de poços, totalizando 24 poços tubulares a mais na ilha principal.

#### 4.2 Sistema de água salgada

Além da captação superficial através de captação direta nos açudes, com também a captação das águas subterrâneas através de perfuração de poços, Fernando de Noronha usa o sistema de dessalinização da água do mar com processo de osmose reversa para complementar o abastecimento em 30%. A implantação do sistema ocorreu no ano 2000 segundo a COMPESA.

O Governo do Estado no ano de 2021 em parceria com a COMPESA ampliou o sistema de dessalinização da Ilha. Essa ampliação foi considerada a maior planta de rede pública de abastecimento humano do Brasil. O sistema antigo produzia 15 litros por segundo, com a ampliação atual tem a capacidade de produção de 20 litros por segundo, o que permitiu a redução do rodízio de água.

Figura 8 – Distribuição geográfica dos poços tubulares no Arquipélago de Fernando de Noronha.



Fonte: Ana Clara Marinho/TV Globo <https://www.cbnrecife.com> Acessado em: 18.05.2023

## 5 CONCLUSÃO

Diante da análise bibliográfica realizada sobre o panorama do abastecimento de água potável no arquipélago de Fernando de Noronha, é possível constatar a existência de desafios significativos para suprir a demanda hídrica da ilha. A escassez de bacias hidrográficas perenes e as características climáticas marcadas por estações secas e chuvas irregulares ao longo do ano tornam a situação ainda mais complexa.

A interferência do fluxo turístico, aliada ao aumento da demanda por água nos períodos de seca, agrava a crise hídrica enfrentada atualmente. Com a falta de área territorial e a ausência de mananciais perenes, a entidade responsável pelo saneamento básico de Fernando de Noronha se depara com o desafio de solucionar o déficit hídrico de forma eficiente e sustentável.

A comparação da climatologia do arquipélago com a região metropolitana do Recife evidencia a menor quantidade de precipitação em Fernando de Noronha. Diante dessa realidade, torna-se imprescindível atribuir a devida importância à captação e ao armazenamento de água, a fim de complementar o abastecimento público durante os períodos de alta no turismo.

Ao longo dos anos, foram implementadas algumas medidas para enfrentar a escassez hídrica em Fernando de Noronha, como o aumento do número de poços, que passou de 12 para 36 no período de 1995 a 2018. Além disso, a utilização do sistema de dessalinização da água do mar por meio do processo de osmose reversa contribui para suprir cerca de 30% das necessidades de abastecimento.

No entanto, diante do desafio contínuo, é fundamental buscar alternativas adicionais para garantir a sustentabilidade do abastecimento de água em Fernando de Noronha. Isso envolve a

implementação de políticas e tecnologias inovadoras, como a captação de águas pluviais, a conscientização da população local e dos turistas sobre o uso racional da água, além de investimentos em infraestrutura hídrica mais robusta e resiliente.

Em suma, a revisão bibliográfica realizada neste artigo científico destaca a complexidade do panorama do saneamento básico no arquipélago de Fernando de Noronha, especialmente no que diz respeito ao abastecimento de água potável. A escassez de recursos hídricos, aliada ao crescimento do turismo e às mudanças climáticas, torna imprescindível a adoção de medidas e alternativas que garantam a segurança hídrica e o desenvolvimento sustentável da ilha no futuro.

## 6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>. Acesso em: abril de 2023.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Monitoramento Pluviométrico**. Recife, 2023. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/boletins>. Acesso em: maio de 2023.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília, DF: ANA, 2021.

CBN Recife. Fernando de Noronha ganha dessalinizador de água do mar. **CBN Recife**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cbnrecife.com/artigo/fernando-noronha-ganha-dessalinizador-de-agua-do-mar>. Acesso em: data de acesso maio de 2023.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE. **Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture**. London: Earthscan/International Water Management Institute, 2007.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). **Açude Xaréu**. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/acude-xareu-responsavel-pelo-abastecimento-de-60-de-fernando-de-noronha-esta-vertendo/>. Acesso em: maio de 2023.

COOK, C.; BAKKER, K. **Water security: Debating an emerging paradigm**. *Global Environmental Changes*, v. 22, p. 94-102, 2012.

COSTA. Maria Helena Couto Costa. **Urbanismo sustentável em Áreas de Proteção Ambiental**. O caso da drenagem urbana no Setor de Mansões Park Way, em Brasília – DF, 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2008.

FALKENMARK, M.; MOLDEN, D. **Wake up to realities of river basin closure**. *International Journal of Water Resources Development*, v. 24, p. 201-215, 2008.

GOUVEIA, Mariano Araújo Caccia. **Disponibilidade, demanda hídrica e problemáticas socioambientais: arquipélago de Fernando de Noronha/PE**. 2015. 74 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2015.

GRASSI, T. M. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola: As Águas no Planeta Terra – Edição especial – Mai 2001**.

Governo de Pernambuco investe R\$ 2,2 milhões em sistema de dessalinização em Fernando de Noronha. **Site da Ilha de Fernando de Noronha**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.noronha.pe.gov.br/governo-de-pernambuco->

investe-r-22-milhoes-em-sistema-de-dessalinizacao-em-fernando-de-noronha/#:~:text=A%20%C3%A1gua%20dessalinizada%20em%20Fernando,Noronha%2C%20e%20por%20po%C3%A7os%20artesianos. Acesso em: maio de 2023.

JUAN, J. A. M. S. **Desalación de aguas salobres y de mar**. Osmose inversa. Madrid: Mundi-Prensa. 395p. 2000.  
LIMA, Enjôlras A.M.; FRANZEN, Melissa; TORRES, Fernanda S. M. **Atlas geoquímico de Fernando de Noronha**. CPRM, 2020.

MATHIOULAKIS, E.; MELLIOS, N.; PAPADOPOULOU, M. P. **Water scarcity: A global issue**. Water Resources Management, v. 21, n. 3, p. 427-441, 2007.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental**. 1999. 365f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RICHEY, Alexandra S., et al. **Quantifying renewable groundwater stress with GRACE**. Water Resources Research, v. 51, n. 7, p. 5217-5238, 2015.

ROCHA, W. J. S. **Características hidrogeológicas e hidroquímicas da Ilha de Fernando de Noronha**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Centro de Tecnologia, UFPE. Recife, PE. p. 382, 1995.

SADOFF, C.; MULLER, M. **La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: Efectos anticipados y respuestas esenciales**. Global Water Partnership, n. 14, 2010.

SERAFIM, A; VIEIRA, E.; LINDEMANN, I. **Importância da água no organismo humano**. Santa Maria, RS: UNIFRA, 2014.

SILVA, Ana Maria Ribeiro Bastos et al. **CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS RASOS E PROFUNDOS DA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA UTILIZANDO A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS**. Águas Subterrâneas, 2009.

SOUZA, L. F. **“Dessalinização como Fonte Alternativa de Água Potável”**, Norte Científico, v.1, n.1, 2006.

TAVARES, Rosângela et al. **Abastecimento hídrico no arquipélago Fernando de Noronha-PE**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

World Health Organization & WHO/UNICEF **Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation**. Meeting the MDG drinking water and sanitation target : the urban and rural challenge of the decade. World Health Organization, 2006.