



ConBREpro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Evolução dos Projetos de Dessalinização nas Ilhas do Sotavento em Cabo Verde

Emerson David Neves dos Santos

Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Elétrica (PPGEE) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Campus Ponta Grossa

Angelo Marcelo Tusset

Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Elétrica (PPGEE) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Campus Ponta Grossa

Regina Negri Pagani

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Campus Ponta Grossa

Giane Goncalves Lenzi

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Campus Ponta Grossa

Clivaldo De Oliveira

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Resumo: Este artigo aborda a evolução dos projetos de dessalinização nas ilhas de Sotavento, em Cabo Verde, focando nos desafios hídricos enfrentados pela região e nas soluções adotadas ao longo do tempo. O grupo de Sotavento abrange as ilhas de Brava, Fogo, Santiago e Maio. Essa região, marcada por uma morfologia vulcânica, tem enfrentado vários desafios para garantir o abastecimento de água potável devido à escassez de recursos hídricos. A dessalinização surgiu como uma solução estratégica para fazer frente a esses desafios. Através de uma revisão abrangente da literatura, análise de documentos oficiais e notícias, o estudo busca compreender os avanços, desafios e perspectivas futuras dessa tecnologia, essencial para a segurança hídrica na região. Além disso, o artigo discute o monopólio na gestão dos recursos hídricos, ressaltando a importância de políticas públicas voltadas para essa temática, explorando a implementação gradual de projetos de dessalinização nessas ilhas, destacando as tecnologias utilizadas, como a osmose inversa, e a integração de fontes de energia renováveis, como a solar. Assim, a contribuição deste trabalho é oferecer uma análise das iniciativas nas ilhas de Sotavento, sublinhando a necessidade de estratégias sustentáveis e contínuos investimentos para superar os desafios locais de acesso à água potável.

Palavras-chave: Cabo Verde, Dessalinização, Sotavento.

Evolution of Desalination Projects in the Sotavento Islands of Cape Verde

Abstract: This paper examines the evolution of desalination projects in the Sotavento islands of Cape Verde, focusing on the region's water challenges and the solutions adopted over time. The Sotavento group includes the islands of Brava, Fogo, Santiago, and Maio, which, characterized by volcanic morphology, have faced significant difficulties in ensuring potable water supply due to water scarcity. Desalination has emerged as a strategic solution to address these challenges. The study explores the gradual implementation of desalination projects on these islands, highlighting the technologies used, such as reverse osmosis, and the integration of renewable energy sources, such

as solar power. Additionally, the paper discusses the monopoly in water resource management, emphasizing the importance of public policies related to this issue. In summary, the paper provides an analysis of the initiatives in the Sotavento islands, underscoring the need for sustainable strategies and ongoing investment to overcome local challenges in accessing potable water.

Keywords: Cape Verde, Desalination, Sotavento.

1. Introdução

A dessalinização tem se mostrado vital para suprir a escassez de água em Cabo Verde, um país insular na costa ocidental da África, dividido em dois grupos de ilhas: Barlavento, ao norte, e Sotavento, ao sul (MANDL, 2015; MONÉ et al., 2010; MONTEIRO, 2012). Nas ilhas do Sotavento – Brava, Fogo, Santiago e Maio, a crescente aridez e os impactos das mudanças climáticas agravam a escassez de recursos hídricos (CRUZ, 2012). A demanda por água potável é elevada devido à alta densidade populacional, como em Santiago com mais de metade da população de Cabo Verde, e à geografia vulcânica que limita o acesso a fontes naturais de água doce (SHAHIDIAN et al., 2014).

Com mais de 80% da água consumida sendo dessalinizada, o país tem investido na expansão de infraestrutura de dessalinização, adotando tecnologias como osmose inversa e integrando fontes renováveis de energia (SHAHIDIAN et al., 2014). Apesar disso, desafios como o alto custo energético e as desigualdades no acesso à água entre áreas urbanas e rurais persistem (PINA; SAID, 2011; SANTOS, 2022).

Tavares et al. (2022) destacam que Cabo Verde se tornou um exemplo global na produção industrial de água dessalinizada, impulsionado pela implementação de plantas-piloto que aperfeiçoaram as tecnologias ao longo do tempo. Diante desse contexto, é essencial analisar os avanços na dessalinização nas ilhas de Sotavento para embasar futuras políticas e práticas voltadas à segurança hídrica em Cabo Verde.

1.1 Problemática - evolução tecnológica na dessalinização

No decurso dos anos, houve avanços consideráveis nas tecnologias de dessalinização, por mérito de uma variedade de cientista e pesquisadores, destacando aqui Reid e Breton e também S. Loeb e S. Sourirajan (década de 1950) (OLIVEIRA, 2007).

Esta problematização foca na análise da evolução tecnológica dos sistemas de dessalinização nas ilhas do Sotavento, investigando as primeiras instalações até as soluções adotadas recentemente. Ao centrar-se nas especificidades dessa região, o objetivo é compreender os avanços, desafios e perspectivas futuras dessa tecnologia, essencial para a segurança hídrica na região.

aprofundar o entendimento sobre os desafios hídricos enfrentados e como as inovações tecnológicas podem mitigar esses problemas.

Com isso, busca-se contribuir para o aprimoramento de estratégias que promovam a sustentabilidade e o acesso equitativo à água nessas ilhas.

1.2 Objetivos do artigo

O objetivo geral deste artigo é analisar e descrever a evolução tecnológica na dessalinização nas ilhas do Sotavento, desde as primeiras plantas até as inovações mais recentes.

Como objetivos complementares, buscaremos identificar as primeiras plantas de dessalinização nas ilhas do Sotavento; analisar as tecnologias utilizadas nas primeiras plantas de dessalinização na região; avaliar os avanços tecnológicos ocorridos ao longo do tempo nas ilhas do Sotavento; explorar inovações recentes em dessalinização

implementadas nessa região; e discutir os desafios e oportunidades futuras para a dessalinização nas ilhas do Sotavento.

1.3 Estrutura do trabalho, e materiais e métodos utilizados

Este artigo está dividido em seis seções. A primeira seção, a introdução, contextualiza o tema geral do trabalho, descreve rapidamente o problema que pretende solucionar ou discutir, e aponta o objetivo de sua realização. A dessalinização tem sido uma parte crucial da segurança hídrica em Cabo Verde, um país insular com recursos hídricos limitados. Este estudo visa analisar a evolução tecnológica na dessalinização nas ilhas pertencentes ao grupo do Sotavento.

A seguir se realiza uma revisão sistemática da literatura existente sobre a história da dessalinização nessas ilhas. Isso inclui artigos científicos, teses, relatórios técnicos, notícias e outras fontes relevantes. Identificamos estudos que descrevem a implementação de plantas de dessalinização em diferentes períodos e as tecnologias utilizadas, de modo a se ter um olhar sobre a dessalinização na localidade e seu papel na Segurança Hídrica da região.

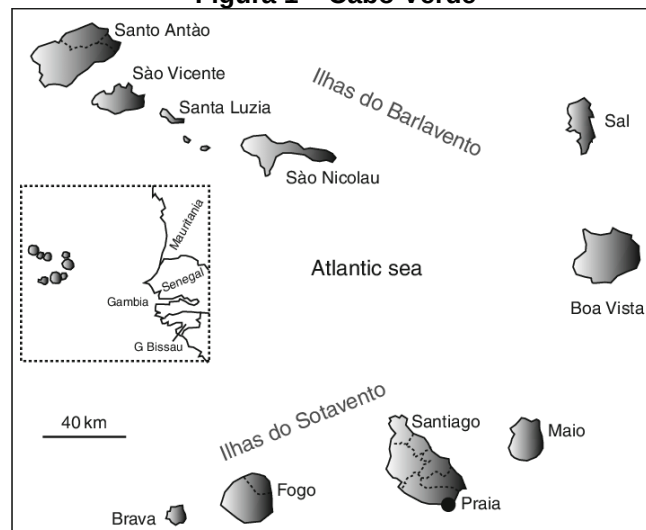
Destacamos as inovações tecnológicas que contribuíram para melhorias significativas na dessalinização ao longo do tempo e as principais tendências na evolução tecnológica da dessalinização em Sotavento, Cabo Verde.

Esta metodologia proporcionou uma compreensão da evolução tecnológica na dessalinização nessas ilhas, permitindo uma análise crítica e fundamentada sobre este importante aspecto da segurança hídrica no país. Esperemos que essa revisão tenha implicações significativas para a política de gestão de água e o planejamento de infraestrutura em Cabo Verde.

2. Contextualização de Cabo Verde e a questão da água

Não se pode abordar a temática da dessalinização em qualquer parte de Cabo Verde, sem compreender a geografia, o clima e a sociedade do país de modo a contextualizar adequadamente a questão da água da região. O arquipélago de Cabo Verde, fica localizado no Oceano Atlântico a aproximadamente 500 km da costa Africana (BAPTISTA; TARELHO, 2020; COUTINHO, 2019; INE, 2019; PINA; SAID, 2011; TAVARES et al., 2022), é composto por dez ilhas vulcânicas, situadas entre os paralelos 17°12' e 14°48' de latitude Norte e os meridianos 22°44' e 25°22' Oeste. Estas ilhas são divididas em dois grupos, Barlavento e Sotavento, de acordo com os ventos alísios do Nordeste (CRUZ, 2012; DIAS, 2018; FERNANDES, 2013b; INE, 2019, 2024; MONÉ et al., 2010; TAVARES, 2020).

Figura 1 – Cabo Verde



Fonte: MONÉ et al. (2010)

O clima em Cabo Verde é caracterizado como sendo árido e semiárido, influenciado pela região do Sahel, com duas estações bem definidas: uma longa estação seca, de novembro a junho, e uma estação de chuvas irregulares, de julho a outubro (BAPTISTA; TARELHO, 2020; CRUZ, 2012; DIAS, 2018; INCV, 2023, p. 31-10–23; TAVARES, 2020). As precipitações médias anuais são consideradas fracas, variando de acordo com a altitude e a exposição aos ventos alísios (DIAS, 2018; PINA; SAID, 2011; SHAHIDIAN et al., 2014).

Cabo Verde, ao longo da sua história, enfrentou uma evolução marcada por eventos que influenciaram sua estruturação e crescimento, embora não tenham sido de natureza demográfica, mas determinaram e orientaram a sua estruturação e o seu crescimento (PAGIRE, (2010) apud D. D. S. dos Reis (2018)). A população do país é de aproximadamente meio milhão de pessoas, distribuídas pelas 9 ilhas habitadas (COUTINHO, 2019; DIAS, 2018; MONTEIRO et al., 2021), sendo quatro dessas pertencentes ao grupo em estudo (Brava, Fogo, Santiago e Maio).

As ilhas possuem limitações com relação aos recursos hídricos devido à sua geologia e morfologia (CRUZ, 2012; PINA; SAID, 2011), sendo os recursos hídricos subterrâneos a principal fonte de água potável, principalmente nos meios rurais. A água dessalinizada tem sido uma opção para o abastecimento de água potável em regiões como Cabo Verde (FERNANDES, 2013b; SANTOS, 2022; SHAHIDIAN et al., 2014; TAVARES et al., 2022).

O país tem procurado formas de diminuir a sua dependência de combustíveis fósseis, principalmente na geração de eletricidade, delineando objetivos ambiciosos de implementação de energias renováveis, como a solar e a eólica (MONTEIRO et al., 2021). A introdução de fontes renováveis de energia faz parte do Plano de Energias Renováveis para Cabo Verde (ERPCV), com o objetivo de atingir 100% de penetração de energias renováveis até 2025 (COUTINHO, 2019; MONTEIRO et al., 2021; NORDMAN et al., 2019).

Além disso, é fundamental reconhecer o contexto social e histórico de Cabo Verde, marcado por uma miscigenação de influências e um esforço de desenvolvimento sustentado (DIAS, 2018; MONTEIRO et al., 2020). O país tem enfrentado desafios macroeconômicos resultantes de sua insularidade e rápido crescimento demográfico, o que impacta na produção de alimentos e na necessidade de importações, bem como no sector dos recursos hídricos (DIAS, 2018; GOMINHO, 2010; MONTEIRO et al., 2020). Na sua história, Cabo Verde foi marcada por sucessivas crises de seca e de fome que persistem em assolar as Ilhas de Cabo Verde.

Das várias crises relata-se como a primeira com registro a de 1580 a 1583, outras crises são registradas ao longo dos séculos, como a de 1809-1811, ou as fomes de 1903-1904 que provocaram mais de 12 mil mortes, principalmente na região de Sotavento, das quais mais de 10 mil na ilha de Santiago. Depois 1921-1922, em que morreu mais de 23 mil pessoas, logo em seguida em 1941-1943 houve outro pico na mortalidade pela fome, mais de 24 mil pessoas (CANIATO, 2006). E mais recente entre 2015 – 2018, a seca severa levou a FAO a incluir Cabo Verde na lista de países a necessitar de assistência alimentar externa (DOS SANTOS, 2018).

Portanto, compreender a geografia, o clima, a sociedade e os desafios enfrentados por essa região insular é essencial para abordar adequadamente a questão da água no país e desenvolver estratégias eficazes para garantir o acesso à água potável e a sustentabilidade energética (DIAS, 2018; FERNANDES, 2013b; MONTEIRO et al., 2020, 2021).

2.1 Desafios enfrentados no fornecimento de água potável

O fornecimento de água potável em Cabo Verde, com foco nas ilhas do Sotavento, enfrenta desafios como o crescimento populacional e econômico, que aumentam a demanda, e a diminuição dos recursos hídricos naturais (GOMINHO, 2010). A escassez de água, com

consumo médio de apenas 43,8 litros/dia por pessoa (DIAS, 2018), revela não apenas a limitação dos recursos, mas também a desigualdade no acesso à água, que afeta principalmente as famílias mais vulneráveis, porém nota-se um aumento em comparação com 2015.

Além da escassez, a qualidade da água para consumo humano é comprometida pela falta de fiscalização e monitoramento, gerando desconfiança quanto à segurança da água. No meio rural, o tratamento da água, limitado ao uso de hipoclorito de cálcio, é insuficiente, agravado pela falta de laboratórios capacitados para verificar a conformidade com as normas (CRUZ, 2012; DIAS, 2018). Problemas operacionais, como a falta de reagentes e a rotatividade de profissionais, também impactam a eficiência dos sistemas de tratamento (CRUZ, 2012).

Para enfrentar esses desafios, o governo cabo-verdiano tem investido na expansão da capacidade de dessalinização, com a meta de alcançar 7 milhões de m³/ano até 2026 (INCV, 2014). Além disso, a integração de sistemas de irrigação com energia solar visa aumentar a sustentabilidade e reduzir custos operacionais (GOMINHO, 2010).

Essas ações demonstram o compromisso de Cabo Verde com a segurança hídrica, buscando dominar as tecnologias de dessalinização e promover a inovação para um futuro mais resiliente e sustentável.

2.2 Importância da água para o desenvolvimento sustentável do país

A água desempenha um papel importante para o desenvolvimento sustentável de Cabo Verde, sendo um recurso escasso e essencial para atividades econômicas e sociais. A conscientização sobre a escassez e desperdício, especialmente na agricultura, destaca a necessidade de racionalizar o uso e aproveitar águas de qualidade inferior, visando controlar a salinização do solo (PINA; SAID, 2011; SHAHIDIAN et al., 2014).

A dessalinização é crucial para mitigar a irregular e insuficiente precipitação no arquipélago. Mesmo rodeado pelo oceano, Cabo Verde enfrenta falta de água potável, o que torna essa tecnologia indispensável para o abastecimento (COUTINHO, 2019; SHAHIDIAN et al., 2014). Embora a produção atual de água dessalinizada seja insuficiente, a água subterrânea ainda é uma fonte chave para suprir a demanda, principalmente nos meios rurais.

Porém, a dessalinização é energeticamente intensiva, resultando em tarifas de água mais altas em comparação com outros países africanos (COUTINHO, 2019; SANTOS, 2022). O governo tem investido em infraestrutura hídrica, processos agrícolas eficientes como a hidroponia (MONTEIRO et al., 2020), e em energias renováveis para reduzir os custos de produção de água e energia (CARVHALO, 2022; COUTINHO, 2019; SANTOS, 2022). Essas medidas visam garantir a segurança hídrica e promover o desenvolvimento sustentável do país.

3. Evolução dos projetos de dessalinização em Cabo Verde

A dessalinização em Cabo Verde começou em 1959 com a instalação da primeira unidade no Aeroporto da ilha do Sal (SHAHIDIAN et al., 2014; TAVARES, 2020). Desde então, tornou-se uma ferramenta importante para suprimir as necessidades hídricas urbanas, com 80% da água potável consumida em 2016 proveniente dessa tecnologia (INCV, 2020b). Esse avanço impulsionou o país a se destacar no mapa tecnológico mundial da produção industrial de água (TAVARES et al., 2022).

Nos principais centros urbanos, a empresa Electra é responsável pela produção e distribuição de água potável (LUSA, 2018; SHAHIDIAN et al., 2014). Outras empresas independentes, como Águas de Ponta Preta, Águas e Energia da Boavista, e Águas do

Porto Novo (MARTINS et al., 2021; SHAHIDIAN et al., 2014), Serviço Autónomo de Água e Saneamento do Maio, Serviço Autónomo de Água e Saneamento de Santa Cruz e Água Brava (CRUZ, 2012; INCV, 2010, p. 24-11–10, 2014, p. 21-05–14; TAVARES, 2020), também contribuem com a produção, cada uma delas na respetiva ilha, utilizando tecnologias como osmose inversa (RO) e compressão mecânica de vapor (CRUZ, 2012; INCV, 2010). A multi-evaporação, antes utilizada, foi desativada em favor da unificação com as tecnologias de RO.

Embora importante, a dessalinização apresenta grandes desafios devido ao alto consumo energético, com um gasto médio de 3,45 kWh/m³, representando 22% da energia consumida no país (SHAHIDIAN et al., 2014). O governo tem investido em pesquisa, novas tecnologias, e expansão da infraestrutura para atender à crescente demanda de água (TAVARES et al., 2022), alinhando-se às metas de garantir abastecimento universal até 2025 e aumentar o consumo per capita para 90 litros/dia (INCV, 2022), além de investir em energias renováveis para reduzir os custos de produção e distribuição de água dessalinizada (JICA, 2011; SANTIAGO, 2022; SANTOS, 2022)

Assim, a dessalinização continua a ser um pilar crucial para o abastecimento de água em Cabo Verde, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico sustentável do país (CRUZ, 2012), com foco no uso de energia limpas.

3.1 Ilha de Santiago

Santiago é a maior ilha de Cabo Verde, localizada no grupo Sotavento, com uma área de 990,9 km², e subdividida em nove municípios, incluindo a capital do país, Praia (FERNANDES, 2013a; SANTOS, 2013). Mais de metade da população cabo-verdiana reside em Santiago, o que destaca sua importância dentro do arquipélago (FERNANDES, 2013a).

Na ilha de Santiago a dessalinização começa na Capital, porem em 2008, considerando as dificuldades econômicas e técnicas dos municípios do interior da ilha de Santiago em fornecer água, causado pelas mudanças climáticas, pelas secas perlongadas e pelo aumento de salinidade das fontes naturais, foi proposta a produção de água dessalinizada para essas regiões. O governo planejou então delegar a gestão dessa água a uma sociedade anônima, com participação minoritária do Estado e dos Municípios, em um modelo de concessão de obra pública e BOT (Built Operate and Transfer), concretizado assim com o Decreto-Lei nº 36/2008, de 10 de novembro (SANTOS, 2013):

Define as bases de concessão da concepção, projeto, construção, financiamento, exploração e manutenção das infraestruturas e equipamentos de dessalinização da água do mar para o abastecimento público, bem como para a irrigação nos Municípios de Santa Catarina, Santa Cruz, São Lourenço dos Órgãos, São Miguel e São Salvador do Mundo doravante designados Municípios do interior da ilha de Santiago (INCV, 2008).

A cidade da Praia, capital de Cabo Verde, testemunhou o início da dessalinização em 1994, segundo Santos (2022). De acordo com Santos (2013), em 1995, foram introduzidas duas unidades de dessalinização VC/MVC, de Osmose Reversa (RO), com capacidade de 2x1200.

Mais tarde, é publicado o Decreto nº 1/2011 de 27 de junho que aprovou um acordo de financiamento para uma dessalinizadora de osmose inversa (RO) de 5000m³/dia, a ser instalada na Cidade da Praia, em Palmarejo (INCV, 2011; SANTOS, 2013). Esse projeto é concluído em 2013, com instalação de uma unidade dessalinizadora de UNIHA Wasser Technologies, de 5000m³/dia e todos os seus auxiliares (ELECTRA S.A.R..L, 2016).

Com isso Santos (2013) afirma que em 2013, havia três estações de dessalinização na Praia, com capacidades de 2x1200 m³/dia e 5000 m³/dia.

Em 2016 se conclui mais um projeto da Unidade Dessalinizadora de Osmose Inversa, com 5.000 m³ de capacidade diária de produção e do respetivo sistema de captação/alimentação de água do mar na Central do Palmarejo (ELECTRA S.A.R..L, 2017);

O relatório de contas de 2019 da Electra aponta que existe um projeto em curso para o Aumento da Capacidade de Produção. O Projeto consistia em uma das fases do Programa de dessalinização de água do mar, pelo processo de Osmose Inversa, SWRO 10.000 m³/dia (2 x 5.000m³/dia), que foi iniciado em 2010, com a empresa austríaca, a UNIHA Wasser Technologie (ELECTRA S.A.R..L, 2020). Com a entrada em funcionamento dessa dessalinizadora em 2021, a capacidade de produção diária de água dessalinizada de 15.000 m³ (3 unidades de 5.000 m³/dia) (INCV, 2022), passa para 20.000 m³ (ELECTRA S.A.R..L, 2022).

Porém, nos outros municípios da ilha de Santiago, os esforços de dessalinização também têm sido significativos. Em Achada Ponta, Santa Cruz, uma estação de dessalinização com capacidade de 500 m³/dia entrou em operação em maio de 2009 (FERNANDES, 2013b).

O foco na dessalinização para fins agrícolas também se destaca, como evidenciado pelo Programa de Mobilização de Água para a Agricultura (PMAA) pela via da Dessalinização enquadrado no Programa de modernização da Agricultura 2021-2030, lançado em 06 de fevereiro de 2023, visa viabilizar a agricultura em meio a secas severas (RIBEIRO, 2023). Iniciativas como essa são respaldadas pelo primeiro-ministro, que enfatiza a importância de soluções tecnológicas que proporcionem autonomia na gestão de água e a utilização de energias renováveis. A implementação do PMAA abrange diversas localidades, como Achada Baleia, São Domingos, Achada Ponta, Santa Cruz, com previsão de conclusão em julho e setembro/outubro de 2024, respectivamente (INFORPRESS, 2024; RIBEIRO, 2023).

Equipamentos de dessalinização e plantas solares já estão sendo instalados em Achada Baleia e Baía, com o objetivo de produzir 1100 m³ de água por dia, como parte desse esforço de mobilização de água para a agricultura (GOVERNO DE CABO VERDE, 2022; MBINZA, 2022). Essas iniciativas representam um avanço significativo na garantia de acesso à água potável e no fomento da atividade agrícola em Cabo Verde.

3.2 Ilha do Maio

A ilha do Maio destaca-se no panorama da dessalinização em Cabo Verde com uma trajetória marcada por avanços significativos ao longo dos anos. Segundo Frederico (2022), os primeiros passos foram dados em 1997, com uma instalação inicial de capacidade modesta, produzindo 25m³/dia.

No entanto, o marco mais significativo veio com o sistema de Ribeira Dom João, pioneiro em Cabo Verde por ser totalmente alimentado por energia renovável (FREDERICO, 2022; RODRÍGUEZ, 2022). Esta planta, com capacidade nominal de 120 m³/dia, representou um avanço importante ao utilizar recursos sustentáveis para operar em uma área sem acesso à rede elétrica pública (FREDERICO, 2022).

A evolução dos projetos de dessalinização na ilha do Maio atingiu um novo patamar em 28 de fevereiro de 2022, com a inauguração da maior central de dessalinização do país, alimentada por energias renováveis, em Ponta Preta. Conforme Carvalho (2022), esta central, financiada pelo Luxemburgo como parte do Programa de Apoio ao Setor de Água e Saneamento (PASEA), representou um investimento significativo de 989 mil euros. Com isso, a disponibilidade de água na ilha praticamente duplicou, ao mesmo tempo em que os custos energéticos foram reduzidos graças à utilização da energia solar.

De acordo com Santiago (2022), esta nova estação, inaugurada pelo Primeiro-ministro de Cabo Verde, Ulisses Correia e Silva, aumentou substancialmente a capacidade de

produção de água, passando de 300 m³/dia para 800 m³/dia. Esse avanço representa não apenas um marco na infraestrutura de abastecimento de água na ilha do Maio, mas também uma importante contribuição para a sustentabilidade ambiental e energética da região, alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável de Cabo Verde.

3.3 Ilha da Brava

A ilha da Brava vem sofrendo com problemas de excesso de flúor na água, prejudicando a saúde da população local, adicionalmente a essa questão ainda está a redução do caudal da água das fontes naturais, exemplo do Nascente do Encontro que diminuiu de 700 m³/dia para 300m³/dia. Em resposta a essa questão, o Governo de Cabo verde em novembro de 2020 anuncia a criação de uma comissão Interinstitucional para a formulação do projeto Brava Ilha Sustentável (INCV, 2020a), que mais tarde veio culminar no anúncio do Governo de Cabo Verde e Luxemburgo de um pacote de ajuda externa destinado a financiar a solução para esse problema, a criação de uma dessalinizadora totalmente alimentada por energia solar. Segundo o encarregado de negócios da Embaixada Luxemburguesa (RTP, 2024), um plano de trabalho de mais de seis milhões de euros será implementado no âmbito do programa Água e Saneamento, visando garantir o acesso de todos a serviços de saneamento e água potável de qualidade a um custo acessível (PEDRO, 2022; RTP, 2024).

Parte desse financiamento será direcionada para a instalação de uma dessalinizadora planejada que será a primeira da ilha da Brava e desempenhará um papel crucial na resolução do problema do excesso de flúor na água da região (RTP, 2024), a mesma ainda será alimentada inteiramente por energia solar, de modo a reduzir o consumo de energia elétrica convencional, por parte da Água Brava, a empresa intermunicipal responsável pela pelos serviços de captação e distribuição da água na ilha (INCV, 2020a), refletindo assim, o compromisso de Cabo Verde com a transição energética e a sustentabilidade ambiental (“CABO VERDE NO AR”, 2022; PEDRO, 2022; RTP, 2024).

Tabela 1 - Resume da evolução dos projetos de dessalinização

Item	Descrição	Detalhes
Início da Dessalinização	Primeira instalação	Aeroporto da ilha do Sal (1959)
Proporção de Água Dessalinizada (2016)	Percentual de água potável	80% do consumo total
Principais Empresas	Empresas responsáveis pela dessalinização	Electra, Águas de Ponta Preta, Águas e Energia da Boavista, Águas do Porto Novo, entre outras
Tecnologias Utilizadas	Métodos de dessalinização	Osmose inversa (RO), Compressão Mecânica de Vapor (MVC)
Consumo Energético	Média de energia consumida	3,45 kWh/m³ (22% da energia consumida no país)
Investimentos e Metas	Objetivos do governo	Garantir abastecimento universal até 2025 e aumentar o consumo per capita para 90 litros/dia
Energia Renovável	Objetivo para reduzir custos	Investimentos em energias renováveis para produção e distribuição de água dessalinizada
Ilha de Santiago	Principais projetos de dessalinização	de Instalações desde 1994, incluindo projetos de BOT e expansão de capacidade para 20.000 m³/dia até 2021
Ilha do Maio	Avanços significativos	Instalação pioneira com energia renovável (120 m³/dia), nova central de 800 m³/dia inaugurada em 2022
Ilha da Brava	Resposta a problemas de contaminação	de Projeto de dessalinizadora alimentada por energia solar com financiamento de Luxemburgo, para resolver o problema de excesso de flúor na água

Fonte: Autoria própria (2024)

A análise da Tabela 1 revela um cenário de avanços tecnológicos significativos e desafios estratégicos, alinhados com as metas de desenvolvimento sustentável do país.

4. Conclusões

Este artigo abordou a evolução dos projetos de dessalinização nas ilhas de Sotavento em Cabo Verde, destacando o crescimento da tecnologia de dessalinização para enfrentar a escassez de água, secas prolongadas e o aumento da salinidade nas fontes naturais. Atualmente, mais de 80% da água consumida no país é dessalinizada, refletindo um aumento significativo no consumo per capita.

A análise também revelou o papel crucial das parcerias público-privadas e do financiamento externo para viabilizar tecnologias mais eficientes e sustentáveis. A integração de energia renovável, especialmente a solar, nas operações das dessalinizadoras reforça o compromisso do país com a sustentabilidade, redução de emissões de GEE e menor dependência de combustíveis fósseis.

O governo tem demonstrado uma visão estratégica com políticas para o uso sustentável dos recursos hídricos, viabilizando acesso contínuo à água potável, mesmo diante das mudanças climáticas globais. Contudo, há uma concentração de empresas dominando o mercado em diversas ilhas, indicando tendências monopolistas.

Cabo Verde tem mostrado um progresso notável na implementação de projetos de dessalinização, essencial para sua segurança hídrica e desenvolvimento sustentável. No entanto, desafios persistem, especialmente em relação ao alto consumo energético e à necessidade de investimentos contínuos em tecnologias e infraestrutura para maximizar a eficiência e minimizar os impactos ambientais. O foco na integração de energias renováveis e a diversificação das abordagens de gestão indicam um caminho promissor para enfrentar esses desafios e alcançar as metas estabelecidas.

Em síntese, a trajetória dos projetos de dessalinização em Cabo Verde é um exemplo de comprometimento com a sustentabilidade e a segurança hídrica. Para enfrentar os desafios do futuro, é essencial que essas iniciativas continuem evoluindo e se expandindo, assegurando água potável para as próximas gerações.

4.1 Limitações da pesquisa

É de realçar que a maior limitação deste estudo, foi a dependência de fontes de informação disponíveis publicamente, o que pode ter influenciado a abrangência e a profundidade da análise. Além disso, a falta de dados atualizados pode ter impactado a precisão das conclusões.

4.2 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros recomendamos que seja feita o estudo da evolução dos processos de dessalinização do grupo de Barlavento e que seja explorada mais detalhadamente o impacto socioeconômico e ambiental dos projetos de dessalinização em Cabo Verde, bem como investigar possíveis estratégias para mitigar os desafios enfrentados na implementação desses projetos, como o aumento da eficiência energética e a gestão sustentável dos recursos hídricos ou ainda o impacto de não ter esse sector como monopólio, favorecendo assim a competitividade entre as empresas nas ilhas, e o benefício para a população em geral e os possíveis avanços tecnológicos que isso traria no futuro.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio parcial do CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) e da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil) para a realização deste trabalho.

Referências

Livro

MARTINS, B. et al. São Vicente de Cabo Verde: território de riscos. **Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança**, 2021.

Capítulo de Livro

SHAHIDIAN, S. et al. O desafio dos recursos hídricos em Cabo Verde - In Cabo Verde – Agronomia e Recursos Naturais. Em: **Cabo Verde – Agronomia e Recursos Naturais**. Portugal: Francisco Cardoso Pinto, 2014. p. 217–236.

Artigo de periódico

BAPTISTA, S.; TARELHO, L. Analysis of evolution scenarios of Santiago Island energy sector in Cabo Verde. **Energy Reports**, v. 6, p. 574–580, 2020.

CANIATO, B. J. Cabo Verde: a fome em sua literatura. **Veredas: Revista da Associação Internacional de Lusitanistas**, n. 7, p. 131–144, 1 dez. 2006.

MONTEIRO, F. et al. Current Status and Trends in Cabo Verde Agriculture. **Agronomy**, v. 10, n. 1, p. 74, jan. 2020.

MONTEIRO, W. M. L. et al. Wave energy production by a maritime Natural Cave: performance characterization and the power take-off design. **Journal of Ocean Engineering and Marine Energy**, v. 7, n. 3, p. 327–337, ago. 2021.

NORDMAN, E. et al. Options for Achieving Cape Verde's 100% Renewable Electricity Goal: A Review. **Island Studies Journal**, v. 14, n. 1, p. 41–58, 1 maio 2019.

MONÉ, H. et al. Human Schistosomiasis in the Economic Community of West African States. **Advances in Parasitology - ADVAN PARASITOL**, v. 71, p. 33–91, 1 jan. 2010.

Monografia, dissertação e tese

COUTINHO, G. L. **Segurança energética em países insulares: estudo de caso da interligação elétrica das ilhas de Cabo Verde**. 2018. 188 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

CRUZ, C. E. M. DA. **Dessalinização da água do mar através da energia solar: caso de estudo: Salamansa - Cabo Verde**. 2012. Master Thesis - Portugal, Algarve: Universidade do Algarve.

DIAS, D. D. S. DOS R. **Dessalinização da água do mar usando um destilador solar**. 2018. Bachelor's Thesis. Cabo Verde: Universidade do Mindelo, 2018.

FERNANDES, Â. S. R. **ADEQUABILIDADE DA ENERGIA SOLAR PARA A PRODUÇÃO AUTÓNOMA DE ÁGUA DESSALINIZADA**. 2013a. Master Thesis - Lisboa: Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.

FERNANDES, V. E. T. **Uso da dessalinização no abastecimento de água para o consumo humano em regiões com climas áridos ou semi-áridos**. set. 2013b. Master Thesis - Portugal: Instituto Politécnico de Castelo Branco.

GOMINHO, M. F. DE A. **Gestão dos recursos hídricos no processo de desenvolvimento sustentável de Cabo Verde: uma proposta**. 2010. Master Thesis – Portugal: Instituto Universitário de Lisboa.

MANDL, F. J. J. **O Destino Turístico De Santo Antão: Diretrizes Para O Aperfeiçoamento Da Gestão Com Enfoque Na Sustentabilidade**. 2015. Master Thesis - Mindelo, São Vicente, Cabo Verde: Universidade do Mindelo.

MONTEIRO, M. F. F. **Segurança Alimentar em Cabo Verde. Estudo de Caso no Concelho de Ribeira Grande, ilha de Santo Antão**. 2012. Master's Thesis – Portugal: Universidade Técnica de Lisboa.

OLIVEIRA, A. R. DE. **Desempenho de um sistema de dessalinização via osmose inversa usando energia não-convencional, sem a utilização de acumuladores**. 31 ago. 2007. Tese de Doutorado - Brasil: Universidade Federal de Campina Grande.

PINA, A. DE; SAID, A. P. **Fundamentos hidrogeoquímicos aplicados na bacia hidrográfica de Santa Cruz, ilha de Santiago - Cabo Verde, como instrumento para a gestão de recursos hídricos**. 2011. Dissertação. Brasil: Universidade Federal do Ceará.

SANTOS, A. A. M. **ANÁLISE CUSTO/BENEFÍCIO DO PROCESSO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR**. Out. 2013. Master's Thesis - Leiria: Escola Superior de Tecnologias e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

TAVARES, J. P. V. **Estudo da viabilidade do uso de fontes renováveis para a dessalinização de água na ilha de Santiago (Cabo Verde)**. 24 jun. 2020. Master Thesis - Portugal: Universidade de Évora.

Relatórios

ELECTRA S.A.R..L. RELATÓRIO E CONTAS - Exercício de 2013. **SA | Relatório e Contas**, 12 fev. 2016.

ELECTRA S.A.R..L. RELATÓRIO E CONTAS - Exercício de 2016. **SA | Relatório e Contas**, 25 maio 2017.

ELECTRA S.A.R..L. RELATÓRIO E CONTAS - Exercício de 2019. **SA | Relatório e Contas**, 31 jul. 2020.

ELECTRA S.A.R..L. RELATÓRIO E CONTAS - Exercício de 2021. **SA | Relatório e Contas**, 13 abr. 2022.

INCV. Boletim Oficial nº 41 | I Série | 10-11-08. 10 nov. 2008.

INCV. Boletim Oficial - Suplemento nº 45 | I Série | 24-11-10. 24 nov. 2010.

INCV. Boletim Oficial nº 22 | I Série | 27-06-11. 27 jun. 2011.

INCV. Boletim Oficial nº 34 | I Série | 21-05-14. 21 maio 2014.

INCV. Boletim Oficial nº 122 | I Série | 29-10-20. 29 out. 2020a.

INCV. Boletim Oficial nº 138 | I Série | 21-12-20. 21 dez. 2020b.

INCV. Boletim Oficial nº 96 | I Série | 03-10-22. 3 out. 2022.

INCV. Boletim Oficial nº 200 | II Série | 31-10-23. 31 out. 2023.

INE. Anuário Estatístico de Cabo Verde - 2017. **INE**, 18 mar. 2019.

INE. Anuário Estatístico de Cabo Verde 2021. **INE**, 12 abr. 2024.

JICA. Relatório Preparatório para o Estudo do Projecto de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento de Água na República de Cabo Verde. **JICA**, jan. 2011.

Artigo de jornal

CARVHALO, S. Cabo Verde inaugura maior dessalinizadora alimentada por energias renováveis. **Agência Panafricana de Notícias**, 28 fev. 2022.

DOS SANTOS, N. Cabo Verde sofre a pior seca desde 1977. **DW**, 13 jun. 2018.

Trabalho em evento

FREDERICO, M. **Águas e Energia de Maio Caso de Ribeira Dom João Eficiência energética nas plantas de dessalinização**. Em: WORKSHOP E5DES. Campus UniCV Palmarejo Grande – Praia, 25 maio 2022.

RODRÍGUEZ, G. M. **Projeto E5DES**. Em: WORKSHOP E5DES. Campus UniCV Palmarejo Grande – Praia, 25 maio 2022.

SANTOS, C. D. **Situação Geral de Cabo Verde Abastecimento de Água e Necessidades em Matéria de Dessalinização**. Em: WORKSHOP E5DES. Campus UniCV Palmarejo Grande – Praia, 25 maio 2022.

Internet

Dessalinização da água na ilha Brava. Cabo Verde No Ar, 9 nov. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_O-AR_wGJSk>. Acesso em: 29 abr. 2024

GOVERNO DE CABO VERDE. **Cabo Verde recebe primeiros equipamentos de dessalinização e plantas solares a serem instalados em Achada Baleia e Baía.** Disponível em: <<https://www.governo.cv/cabo-verde-recebe-os-primeiros-equipamentos-de-dessalinizacao-e-plantas-solares-para-serem-instalados-em-achada-baleia-e-baia/>>.

Acesso em: 13 maio. 2024.

INFORPRESS. **Projecto de dessalinização da água do mar é a melhor solução para viabilizar a agricultura em Cabo Verde –primeiro-ministro (c/áudio).** site de notícias.

Disponível em: <<https://inforpress.cv/w/projecto-de-dessalinizacao-da-agua-do-mar-e-a-melhor-solucao-para-viabilizar-a-agricultura-em-cabo-verde-primeiro-ministro>>. Acesso em: 13 maio. 2024.

LUSA. **Cabo Verde inaugura segunda-feira centrais dessalinizadoras em São Vicente e Sal.** Disponível em: <<https://www.dn.pt/lusa/cabo-verde-inaugura-segunda-feira-centrais-dessalinizadoras-em-sao-vicente-e-sal-10163073.html/>>. Acesso em: 6 maio. 2024.

MBINZA, P. **Cabo Verde recebe primeiros equipamentos de dessalinização e plantas solares.** Disponível em: <<https://www.forbesafricalusofona.com/cabo-verde-recebe-primeiros-equipamentos-de-dessalinizacao-e-plantas-solares/>>. Acesso em: 13 maio. 2024.

PEDRO, J. **Cabo Verde: Ilha Brava terá central de dessalinização de 3 milhões de euros.** Disponível em: <<https://www.forbesafricalusofona.com/cabo-verde-ilha-brava-vai-ganhar-central-de-dessalinizacao-de-3-milhoes-de-euros/>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

RIBEIRO, S. **Barco com equipamentos da dessalinizadora e plantas solares chega a Cabo Verde.** site de notícias. Disponível em: <<https://ilhas.li/aL~c>>. Acesso em: 13 maio. 2024.

RTP. **Luxemburgo financia dessalinizadora em ilha cabo-verdiana para resolver excesso de fluor na água.** site de notícias. Disponível em: <https://www.rtp.pt/noticias/mundo/luxemburgo-financia-dessalinizadora-em-ilha-cabo-verdiana-para-resolver-excesso-de-fluor-na-agua_n1551195>. Acesso em: 15 maio. 2024.

SANTIAGO, S. **Cabo Verde quer dominar o processo de dessalinização de água para rega. Governo de Cabo Verde,** 26 maio 2022. Disponível em: <<https://www.governo.cv/cabo-verde-quer-dominar-o-processo-de-dessalinizacao-de-agua-para-rega/>>. Acesso em: 2 maio. 2024