

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

MARIANA FACTORINE FAVILLA NUNES

UMA ABORDAGEM DAS TECNOLOGIAS DE ÁGUA UTILIZADAS EM NAVIOS DE  
CRUZEIROS E SUA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO EM RESIDÊNCIAS

Macaé, setembro de 2020

MARIANA FACTORINE FAVILLA NUNES

UMA ABORDAGEM DAS TECNOLOGIAS DE ÁGUA UTILIZADAS EM NAVIOS DE  
CRUZEIROS E SUA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO EM RESIDÊNCIAS

Monografia apresentada ao Laboratório de Meteorologia do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Clima, Água e Energia: uma Abordagem Técnica e Integrada.

Orientador: D.Sc. Rafael Malheiro da Silva do Amaral Ferreira, UFRJ  
Coorientadora: M.Sc. Beatriz Rohden Becker, UFRJ

Macaé, setembro de 2020

**FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA BIBLIOTECA DO CAMPUS MACAÉ**

551.577  
N972a  
2020

Nunes, Mariana Factorine Favilla

Uma abordagem das tecnologias de água utilizadas em navios de cruzeiros e sua viabilidade de implementação em residências / Mariana Factorine Favilla Nunes. --- Macaé: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Laboratório de Meteorologia, 2020.

40 f. : il.

Monografia (Pós-Graduação *Lato Sensu* em Clima, Água e Energia: uma Abordagem Técnica e Integrada)

Orientador: Rafael Malheiro da Silva do Amaral Ferreira.

Coorientadora: Beatriz Rohden Becker.

Bibliografia: f. 38-40

1. Tratamento de água 2. Dessalinização 3. Navios de cruzeiro 4. Economia energética I. Título.

MARIANA FACTORINE FAVILLA NUNES

UMA ABORDAGEM DAS TECNOLOGIAS DE ÁGUA UTILIZADAS EM NAVIOS DE  
CRUZEIROS E SUA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO EM RESIDÊNCIAS

Monografia apresentada ao Laboratório de Meteorologia do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Clima, Água e Energia: uma Abordagem Técnica e Integrada.

Aprovado em 4 de setembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



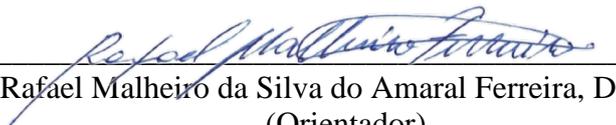
Prof. Francisco Martins Teixeira, D.Sc., UFRJ



Prof. Nivaldo Silveira Ferreira, D.Sc., UENF



Prof. <sup>a</sup> Beatriz Rohden Becker, M.Sc., UFRJ  
(Coorientadora)



Prof. Rafael Malheiro da Silva do Amaral Ferreira, D.Sc., UFRJ  
(Orientador)

Aos meus pais e  
mestres, com carinho  
dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo ensino gratuito e de qualidade.

À excelentíssima professora e coordenadora Justi pela sua força e empenho em prol deste curso e desta instituição.

Ao querido professor orientador Rafael Malheiros pelas colaborações com inúmeras idéias e disposição de repartir suas experiências.

À querida professora coorientadora Beatriz Becker pela sua dedicação e paciência, cuidado e carinho com o trabalho desenvolvido.

E também aos queridos professores da banca que dedicaram seu tempo a este trabalho.

Aos professores que, na elaboração e defesa deste trabalho não estiveram presentes, mas dividiram conosco seus conhecimentos e muito se empenharam no desenvolver do curso. Também aos colegas de classe das diferentes áreas que se uniram por este estudo tão nobre.

Igualmente agradeço e dedico este trabalho a todos os estudantes e profissionais que se dedicam ao estudo e desenvolvimento de técnicas científicas inovadoras que promovem a qualidade de vida da sociedade.

## RESUMO

Para atender a demanda de água potável em navios de cruzeiros de turismo é utilizado um sistema de obtenção, tratamento e economia de água operando a bordo. Este trabalho visa identificar e fazer uma abordagem sobre as principais tecnologias da água contidas nestes sistemas, a partir do compromisso desta indústria com a maximização da eficiência energética, não descartando fatores econômicos e compromisso ambiental a curto e longo prazo. São estudados principalmente o tratamento de água do mar a partir da dessalinização, a obtenção e tratamento da água por fontes externas e o sistema de aeração na distribuição desta água em um navio de cruzeiro, objetivando a economia interna. A partir das vantagens encontradas, é desenvolvido em paralelo um estudo da implementação de cinco sistemas hidráulicos equivalentes adaptados em uma residência hipotética descrita na região Nordeste do Brasil (área onde retrata a problemática de falta d'água e ocorrência de longos períodos de seca durante o ano) e a viabilidade de cada sistema será identificada a partir dos resultados exibidos em forma de comparação de parâmetros econômicos, valores definidos para instalação e equipamentos necessários, tempo de retorno do investimento e se há o compromisso ambiental incluso no processo. São observadas economias originadas a partir dos sistemas implementados na residência, exemplo do sistema de reuso de água da chuva que resulta em uma economia de 3.845 litros mensais, o sistema de poço com dessalinizador, economizando até 1.800 litros por mês e a implementação de equipamentos aeradores nos chuveiros e torneiras diminui em 323 litros no consumo total de água mensal.

Palavras-chave: Tratamento de Água. Dessalinização. Navios de Cruzeiro. Economia Energética.

## **ABSTRACT**

In order to meet the demand for potable water on tourist cruise ships, a system for obtaining, treating and saving water is operating on board. This work aims to identify and approach the main technologies of water systems, based on the commitment of this industry to maximize energy efficiency, not discarding economic advantages and environmental commitment in the short and long term. Mainly the treatment of seawater from desalination, obtaining the treating water from external sources and the aeration system in the distribution of this water on a cruise ship are studied, aiming at the internal economy. Based on the advantages found, a study is carried out in parallel of the implementation of five hydraulic equivalent adapted systems in a hypothetical residence described in the Northeast region of Brazil (area where there is the problem of lack of water and long periods of drought during the year) and the feasibility of each system will be identified from the results determined in comparison of percentage parameters, values defined for installation and necessary equipment, return on investment and whether there is an environmental commitment included in the process. Savings from the system implemented in the residence are observed, an example of the rainwater reuse system that results in savings of 3,845 liters per month, the well system with desalinator, saving up to 1,800 liters per month and the implementation of aeration equipment in showers and sinks are shown as 323 liters in total water consumption per month.

**Keywords:** Water Treatment. Desalination. Cruise Ships. Energy Economics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição da água na Terra.....	16
Figura 2. A água como elo aglutinador de diferentes áreas do conhecimento.....	16
Figura 3. Detalhamento do sistema de dessalinização por evaporação.....	19
Figura 4. Demonstração gráfica da separação das partículas de sal da água.....	20
Figura 5. Disposição interna dos elementos de um cilindro de osmose reversa.....	20
Figura 6. Representação do navio e ajustes benéficos.....	22
Figura 7. Etapas desenvolvidas neste trabalho.....	23
Figura 8. Mapa em satélite do município de Seridó em relação ao Brasil e América do Sul.....	26
Figura 9. Pluviosidade anual média do Estado da Paraíba (mm).....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valor do m <sup>3</sup> de água por Estado brasileiro.....	27
Quadro 2. Média percentual do consumo físico de água por aplicação.....	33
Quadro 3. Demonstrativo de economias/tempos de retorno mensais por tecnologia.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variabilidade dos parâmetros pluviométricos do Estado da Paraíba (mm).....	31
Tabela 2. Variação da pluviosidade anual média do Estado da Paraíba (mm).....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 ÁGUA.....	16
2.1.1 Distribuição e classificação das águas no mundo.....	16
2.1.2 Tecnologias utilizadas no navio.....	18
2.1.3 Outras tecnologias.....	22
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 Tecnologias de abastecimento.....	25
3.2 Tecnologias de economia.....	25
3.3 Implementação na residência.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Abastecimento.....	30
4.2 Economia.....	31
4.3 Geral.....	35
5. CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

## 1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água potável está diretamente relacionada com a qualidade de vida e desenvolvimento da sociedade. Historiadores apontam que desde os primeiros registros de vida humana na Terra, pessoas e animais procuram estabelecer residência nos entornos de fontes de abastecimento de água (DUARTE, 2014).

O elemento fundamental água encontra-se 97,5% disposto em sua forma salgada no mar, em lagos salgados ou águas subterrâneas e somente 2,5% em condição de água doce ou salobra, segundo a Agência Nacional das Águas, ANA (2013). A Resolução do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) faz a classificação de água doce como águas com salinidade menor ou equivalente a 0,5%, água salobra deve estar com padrões entre 0,5% e 30% e águas salinas, igual ou superior a 30%.

Infelizmente, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), ainda há no mundo cerca de 1,1 bilhão de pessoas sem acesso a água potável e 2,4 bilhões de pessoas sem acesso a serviços de saneamento básico.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2017, o abastecimento inadequado de água, somado ao uso ineficiente, a degradação da água pela poluição e a superexploração das reservas subterrâneas intensificam a redução da disponibilidade de água doce no planeta. Com isto, a organização toma ações visando corrigir e alcançar uma melhor gestão dos escassos recursos de água potável. Um exemplo é a Agenda 2030, aprovada em setembro de 2015, onde os 193 Estados-membros preveem uma série de prioridades e objetivos sócio ambientais a serem cumpridos, em especial o número seis, que prevê “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”.

Os navios de cruzeiros por um lado têm o abastecimento de água potável restrito devido ao fato de ficarem dias em alto mar e, por outro lado, contam com um grande número de tripulantes e passageiros. Isto influencia diretamente na demanda por água. Navios de cruzeiro são considerados hotéis ou resorts em alto mar, então podemos comparar a escala de consumo alta.

Segundo uma pesquisa realizada pela Associação Internacional de Cruzeiros, *do inglês Cruise Lines International Association* (CLIA, 2019) e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2019), as procuras por viagens em navios de cruzeiros vêm crescendo significativamente e registrou um aumento de 60% nos últimos 10 anos, chegando ao número de 28,5 milhões. A indústria turística deste setor tem ganhado espaço no mercado ao longo

dos últimos anos e influenciando diretamente na economia nacional e internacional. Os cruzeiros podem oferecer uma série de vantagens a economia e para população que vive no entorno das cidades portuárias, tais como a comodidade de oferecer acesso a hospedagem, transporte, alimentação e lazer (peças de teatro, dança, arte, festas e ginástica). Além do cliente pode visitar várias cidades em uma mesma viagem, aproveitando o tempo em que o navio fica atracado no porto. Por consequência, estas cidades portuárias também aproveitam o movimento para contribuição no seu desenvolvimento. Todos estes fatores tem potencial para agregar valor para a economia.

Segundo Ramoa (2018), existe a preocupação das empresas de cruzeiro na sustentabilidade de suas operações. Ou seja, existe um problema natural de abastecimento em alto mar, agravado pela quantidade de consumidores e deve ser gerenciada para que haja sustentabilidade (economia, combate ao desperdício, mínima poluição, entre outros). Portanto, este setor enfrenta um processo natural de busca pelas melhores alternativas que possam suprir as necessidades de obtenções de materiais primários vitais e assim busca soluções para gestão de água potável a bordo, que atenda aos padrões necessários seguindo os fatores financeiro e consciência socioambiental.

O desenvolvimento tecnológico que acontece a bordo é intenso e conta com uma equipe multidisciplinar técnica de diferentes países que objetiva desenvolver as mais convenientes inovações, e o faz devido a pressão e o grande fluxo de interesse de investidores neste setor que se encontra em ascensão.

O presente trabalho descreverá métodos para obtenção, tratamento e economia de água utilizados a bordo de navios de cruzeiros e também outras opções de sistemas em comprometimento com o desenvolvimento sustentável escolhidos para serem implementados a bordo.

A partir da análise das tecnologias, é feito um estudo de viabilidade de implementação das tecnologias pertinentes a serem utilizadas em uma residência estrategicamente situada em uma região do Brasil que, como outras, enfrenta problemas com a seca e difícil acesso a água de qualidade.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Fazer uma abordagem dos principais métodos de tecnologias de obtenção, tratamento e economia de água utilizados pelas empresas de navios de cruzeiros e avaliar a viabilidade de implementação em uma residência considerando os resultados obtidos medidos em parâmetros de gastos e impactos energéticos, econômicos e ambiental.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conceituar técnicas dos sistemas de água utilizadas nos navios de cruzeiro;
- Conceituar outros sistemas sustentáveis utilizados nas indústrias de navios de cruzeiros;
- A partir de uma residência hipotética, propor a avaliar a viabilidade de implementação de cinco sistemas comumente utilizados em navios de cruzeiros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Para a elaboração deste trabalho, neste tópico serão estudadas importantes definições do tema água, sua disponibilidade no planeta e composições/propriedades. A seguir será demonstrado um estudo sobre as tecnologias utilizadas em um navio de cruzeiro, tais como a dessalinização e outras tecnologias.

A partir das definições e descrições dos processos de tecnologias, o trabalho se desenvolverá na implementação hipotética residência e suas tecnologias.

### 2.1 ÁGUA

#### 2.1.1 Distribuição e classificação das águas no mundo

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), no Brasil, 93% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água e pouco mais da metade da população é atendida com coleta de esgoto. Os números são consideravelmente altos, considerando a evolução urbana histórica recente do país, porém o Brasil conta com aproximadamente 210 milhões de habitantes (IBGE, 2020), portanto ainda apresenta uma grande carência nos setores de saneamento e fornecimento de água tratada na atualidade, principalmente em áreas mais rurais. De acordo com índices do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), mais de 11 milhões de pessoas que residem em cidades ainda não têm acesso à água por meio de rede pública de abastecimento.

Conforme mostrado na Figura 1, a água no planeta encontra-se 97% disposta em oceanos e mares, 2% em geleiras e 1% em rios, lagos e lençóis freáticos. É estimado que cerca de 70% da água doce encontra-se em forma salobra e de difícil acesso (ANA, 2013).

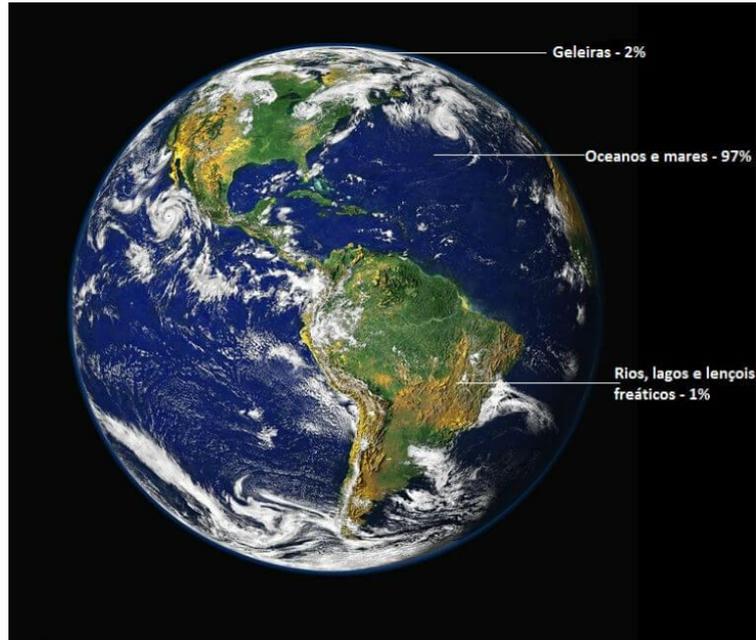


Figura 1: Disposição da água na Terra

Fonte: <https://cdn.ecycle.com.br/images/eDicas/agua/planeta-terra.jpg>

A água se define por ter características únicas físicas, químicas e biológicas e por estar diretamente relacionada com o meio ambiente em que está inserida, contribuindo com a biodiversidade e sustentabilidade do mesmo, constituindo-se um elo entre diferentes setores por ela interligados, conforme compõe a Figura 2.

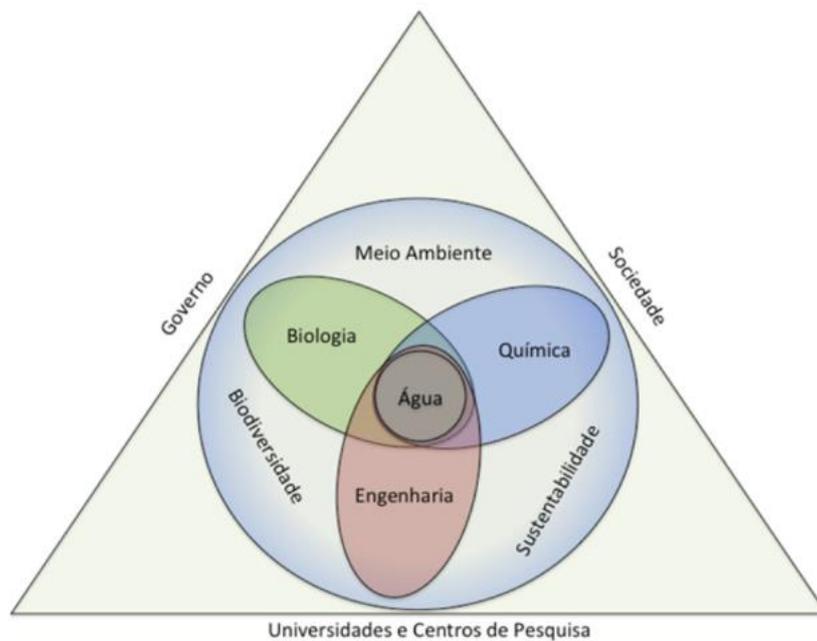


Figura 2: A água como elo aglutinador de diferentes áreas do conhecimento.

Fonte: INCT-Acqua (<http://www.acqua-inct.org>)

A distribuição dos recursos hídricos no mundo não acontece de forma igualitária e, embora a média de chuva diária seja de  $2 \times 10^{11} \text{m}^3$ . Esta ocorre mal distribuída no tempo e no espaço, fazendo com que determinadas localidades experimentem abundância e outras severas restrições em relação a disponibilidade. Adicionalmente à escassez natural de água em algumas regiões, decorrentes do balanço hidrológico, atividades antrópicas como o despejo de poluentes nos recursos hídricos reduzem ainda mais sua disponibilidade. Até 2013, estima-se que 783 milhões ainda não tinham acesso a água potável e 2,5 bilhões sofria com a falta de saneamento básico (ONU, 2017).

Diante do problema de escassez de água, muitos especialistas estão buscando por diferentes formas de obtenção e tratamento de água, assim como, discutindo sobre como economia e uso racional da água. Por exemplo, a China que passa por um momento grave de falta de água, secas, industrialização, ações antropológicas agressivas que influenciam num ciclo ambiental pouco saudável e, por fim o aumento populacional; optou pela transposição de águas de rios que ligam o sul ao norte do país utilizando investimentos que somam mais de US\$ 60 bilhões. Já a Austrália, que vê os seus reservatórios investe na tecnologia de dessalinização e numa forte campanha de conscientização quanto ao uso da água. Cada país conta com sua particularidade, assim como a Espanha, que sofreu um grande surto nos anos 90, e sua campanha foi feita através de conscientização e propaganda de venda de aparelhos domésticos que consumiam significativamente menos água (IDOETA, 2017). Israel também enfrentava uma grande dificuldade de obtenção de água potável e foi pioneiro em implementar a técnica de dessalinização, obtendo um desempenho positivo (BANDEIRA, 2015). No ano de 2015 atingiu a marca de produção de 624 mil  $\text{m}^3$  de água potável ao dia e o marco de dispor da maior usina de dessalinização por osmose reversa do mundo.

É importante observar que essas soluções aumentam da dependência da energia, pois necessitam acionar grandes sistemas de bombeamento e/ou dessalinização, impactando no custo final da água tratada.

### 2.1.2 Tecnologias utilizadas no navio

A indústria de navios de cruzeiro busca utilizar técnicas inovadoras e financeiramente oportunas visando a obtenção, o tratamento e a economia de água no navio com propósito de reduzir custos e valorizar a sua política sócio ambiental. Esta é uma indústria em crescimento constante, portanto composta por planejadores estudiosos de diferentes regiões do mundo, que se veem preocupados em desenvolver e implementar as mais novas e pertinentes tecnologias dispostas no mercado.

A partir desta pesquisa, a seguir serão apresentados detalhadamente os métodos e tecnologias utilizados a bordo da frota de cruzeiros da Royal Caribbean e descritas pelo diretor de Programas Ambientais, Nick Rose (2019).

- **Dessalinização:**

De acordo com Souza (2006), a dessalinização é um processo que constitui na separação e extração do elemento sal da água. Este é um processo que existe primeiramente de maneira natural e podemos observá-lo através do ciclo da água. Um exemplo é quando a água do mar se acumula no topo de pedras e sofre o processo de evaporação. O sal fica em sua forma sólida, enquanto a água se separa e sobe em forma de vapor. Após a condensação, a água cairá em forma de chuva.

O sal é uma substância solúvel em água até um determinado limite de proporção. Quando ocorre esta solubilização, há a dissociação elétrica de um sal ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ) na água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) forma íons livres.

Os principais fatores a serem considerados quando falamos sobre o método da dessalinização são: a energia gasta para promover o trabalho de dessalinização, o custo envolvido no processo e o impacto que isto vai causar a curto e longo prazo no meio ambiente.

Os dois principais tipos de dessalinização são:

- **Evaporação instantânea ou dessalinização de vapor:**

Dentre os dois métodos estudados, este se assemelha mais ao método natural, em concordância com o exemplo do item anterior, contido no ciclo da água.

Conforme detalhado na Figura 3, a água do mar é bombeada para um tanque e passa por um pré-tratamento de filtração e decantação para retirada de impurezas e componentes sólidos presentes. A seguir, esta água está pronta para ser aquecida e passar pelo processo de condensação, onde a água de resfriamento será separada da salmoura (mostra de água saturada de sal). Em seguida, a água é depositada em um novo reservatório onde irá sofrer a correção química, a análise de qualidade e finalmente estará pronta para o consumo.

O navio tem o potencial de utilizar o calor latente de seus motores para realizar o aquecimento, ou parte, necessário neste processo.

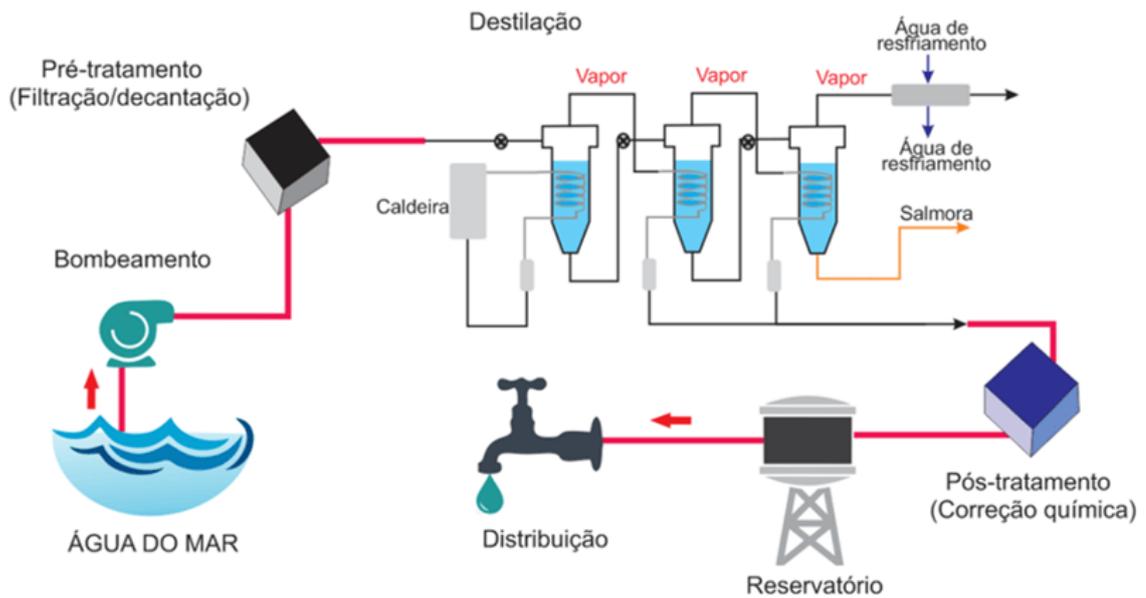


Figura 3: Detalhamento do sistema de dessalinização por evaporação

Fonte: <https://i0.wp.com/betaeq.com.br/wp-content/uploads/2019/09/22.png?ssl=1>

○ **A osmose reversa:**

Este processo utiliza uma membrana microscópica que é permeável a água e impermeável aos sais para empurrar e filtrar estas impurezas contidas na água, conforme contido na Figura 4. Através deste processo, é feita uma pressão inversa a pressão de osmose relativa ao valor da densidade que comanda o curso natural.

A água também passará por um primeiro tanque de pré-tratamento e será filtrada e decantada, objetivando a separação e eliminação das impurezas e elementos sólidos maiores. Após passar pela separação através da osmose reversa, passará pelo tratamento químico, análise de qualidade e se provará disponível para a distribuição e consumo.

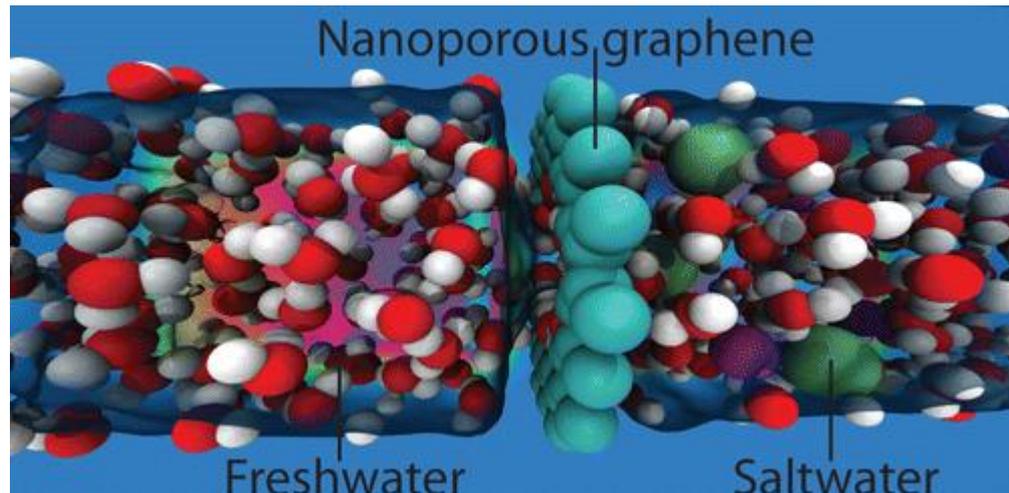


Figura 4: Demonstração gráfica da separação das partículas de sal da água

Fonte: [https://pubs.acs.org/na101/home/literatum/publisher/achs/journals/content/nalefd/2012/nalefd.2012.12.issue-7/nl3012853/production/images/medium/nl-2012-012853\\_0009.gif](https://pubs.acs.org/na101/home/literatum/publisher/achs/journals/content/nalefd/2012/nalefd.2012.12.issue-7/nl3012853/production/images/medium/nl-2012-012853_0009.gif)

A Figura 5 exemplifica de forma mecânica o fluxo interno de funcionamento de um cilindro para osmose reversa. A figura detalha os microporos onde passará a água, fazendo a separação das impurezas (REIS, 2013).

O cilindro de membrana é constituído por um ou mais envelopes de membrana enrolados em torno de um tubo central perfurado. A água separada passa através das membranas para dentro do tubo central, onde é coletada.

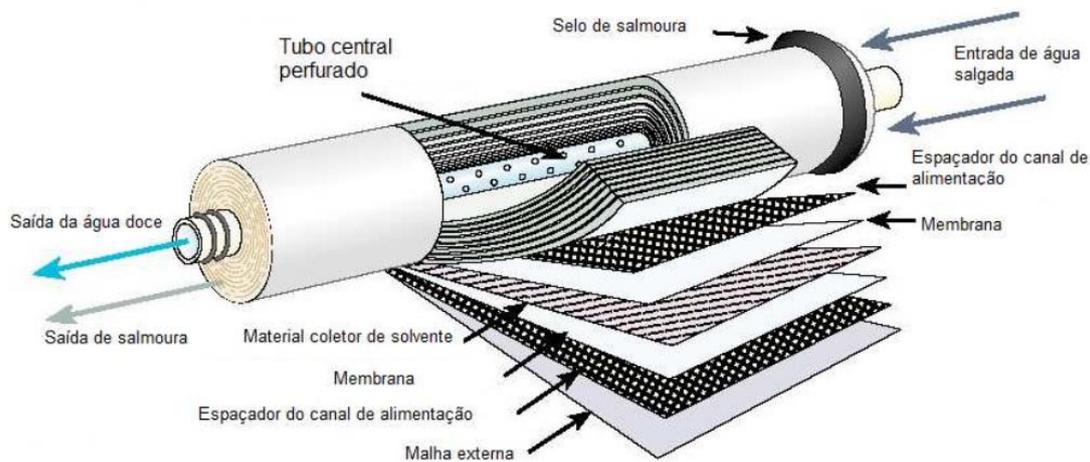


Figura 5: Disposição interna dos elementos de um cilindro de osmose reversa.

Fonte: REIS (2013).

- **Pressurização do ar com o objetivo de economia de água:**

A aeração, ou o processo de pressurizar o ar junto a água, através dos encanamentos que ligam chuveiros e torneiras, consiste em adaptações na redução do tubo de alimentação de

água e inserção e mistura de ar, visando um aumento de pressão da água e diminuição de gastos (Silva, et al., 2017).

Neste método, utiliza-se o ar para criar pressão, em vez de forçar a saída da água em grandes volumes. Este fenômeno permite que os hóspedes tomem banho confortavelmente enquanto economizam água. O processo é chamado ganha-ganha, pois economiza água, beneficiando o meio ambiente e não deixa faltar a qualidade do serviço, proporcionando também o bem-estar do hóspede.

- **Reutilização de água condensada**

Este método é feito, sempre que possível, a fim de conservar a água limpa já trazida ou fabricada a bordo. A condensação também contribui como maneira de economizar água, por exemplo, toda a água produzida em nas unidades de ar condicionado é coletada e a pode ser reutilizada no sistema de lavanderia.

- **Abastecimento externo**

Este termo refere-se ao carregamento de água a bordo aproveitando o momento de ancoragem do navio ao porto. O armazenamento desta água é feito em tanques instalados no navio, onde ela poderá ser devidamente testada quanto a sua qualidade para consumo e passar por processos químicos, caso haja necessidade.

É importante lembrar que a água a bordo, mesmo que seja considerada potável precisará ser testada a bordo para o consumo. Após, é definido o tipo de tratamento que precisará passar seguindo os padrões de disponíveis (MIERZWA, 2008).

### 2.1.3 Outras tecnologias

Dentre estas considerações levadas em conta junto ao tema água, podemos observar ajustes gerais, conforme descritos na Figura 6, importantes para a responsabilidade social do navio e já se encontram instalados e em utilização, compondo um princípio de um sistema sustentável:

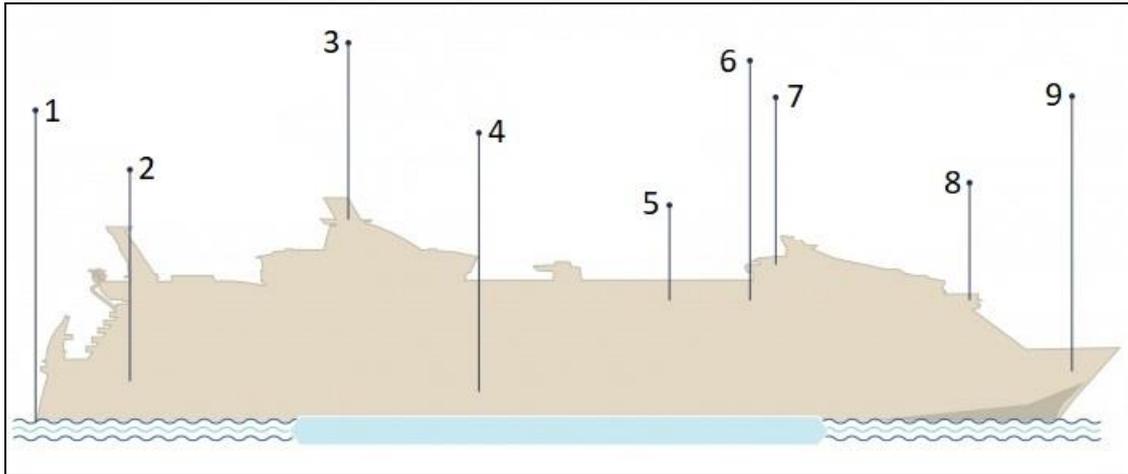


Figura 6: Representação do navio e ajustes benéficos

Fonte: ROSE (2019).

1. Ajuste e otimização da velocidade do navio para aumentar a eficiência de combustível;
2. Reutilização do calor residual do motor para aquecer a água de chuveiros e cozinhas;
3. Sistema avançado de purificação de emissões (purificador) para tratar e limpar os gases de escape;
4. Sistema avançado de purificação de águas residuais para tratar e limpar a água usada a bordo;
5. Vidro com eficiência energética;
6. LED e luzes fluorescentes para reduzir energia e produzir menos calor;
7. Aparelhos com eficiência energética;
8. Planejamento de itinerário para otimizar tempo, rota, velocidade e distâncias percorridas;
9. Manter os resíduos fora dos aterros sanitários, redirecionando 100% dos resíduos operacionais sólidos.

### 3. METODOLOGIA

A partir da necessidade de busca de desenvolvimento de novas fontes de abastecimento e economia de água para que seja racionalizando o desperdício, este trabalho destaca as tecnologias encontradas nos navios, visto que muitas localidades brasileiras já sofrem com alguma restrição de abastecimento.

Serão destacadas cinco tecnologias, adaptadas e avaliadas visando agora a implementação em uma residência, conforme é demonstrado na Figura 7.

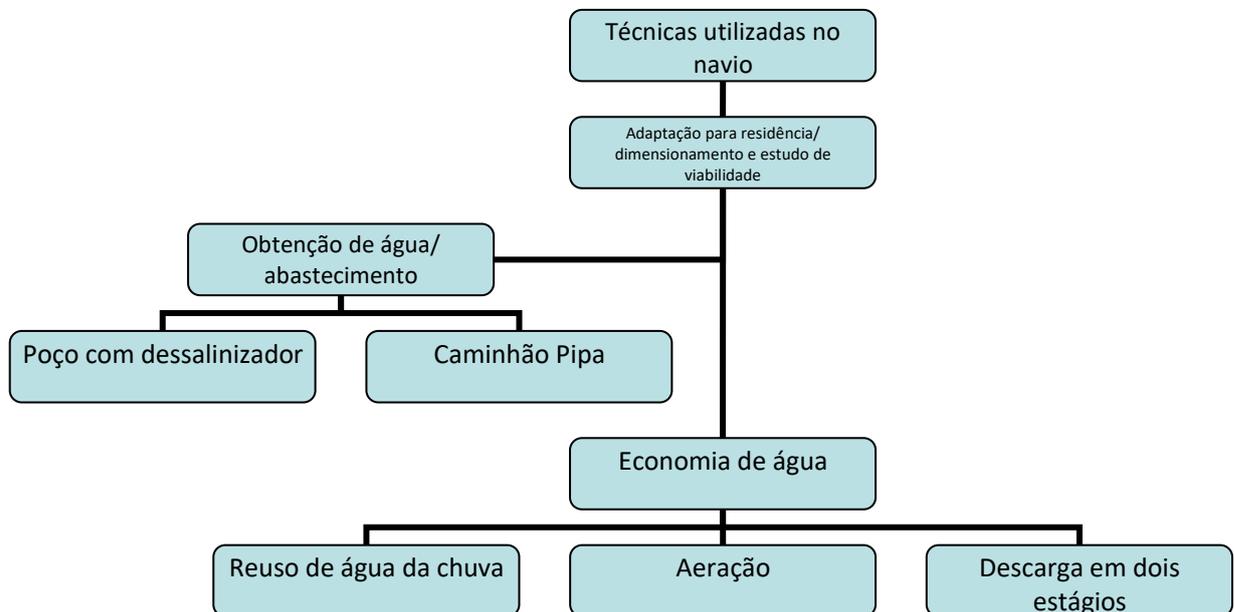


Figura 7 – Etapas desenvolvidas neste trabalho

Fonte: Autora (2020).

A partir da utilização destas cinco alternativas de tecnologias de abastecimento e economia da água, são realizados os cálculos para a implementação de cada uma, considerando a região de localização e o dimensionamento da residência hipotética e seus padrões de consumo e uso da água; para cada padrão são calculados a economia mensal, os gastos com os equipamentos e respectivas instalações, o tempo de retorno econômico deste valor e é questionado se há o compromisso ambiental envolvido.

### 3.1 TECNOLOGIAS DE ABASTECIMENTO

- Poço com dessalinizador: ao dissertarmos sobre esta tecnologia, é relevante para os cálculos e resultados finais a demonstração da viabilização através de exemplo de um sistema já implementado na região pernambucana.

A partir dos dados de fornecimento possível de água por dia, é calculada a média mensal de economia de água. Ao final, a partir da pesquisa da estimativa de custo dos equipamentos e instalações na região, inicia-se o cálculo do tempo de retorno do investimento e após é analisada a importância ambiental do sistema.

- Caminhão-pipa: estudo da viabilidade a partir da disponibilidade da tecnologia na região, a partir dos dados de volume do caminhão e da cisterna a acomodar esta água. Assim, inicia-se os cálculos considerando a construção e instalação da cisterna e valor cobrado periodicamente pela água, porém é inviável calcular o tempo de retorno dos investimentos de equipamentos e instalações.

### 3.2 TECNOLOGIAS DE ECONOMIA

- Reuso da água da chuva: para o estudo da viabilização desta tecnologia, são levados em conta os dados anuais pluviométricos fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019). Através do Método Prático Inglês, apresentado na Norma Brasileira Regulamentadora, NBR 15527 através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007), é calculado o volume do reservatório. Após, poderá ser calculado o gasto para a construção, equipamentos e instalação da cisterna de reuso. Ao calcular a quantidade de economia de água, é feito o cálculo de tempo de retorno para que sejam recuperados os gastos.

Para fazer o dimensionamento de volume do reservatório, existem opções de cálculos considerando as quantidades de chuva da região e a área de projeção que deverá ser atendida. Para este trabalho será considerado o Método Prático Inglês, apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007):

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde: P = precipitação média anual (mm);

A = área de coleta em projeção (m<sup>2</sup>);

V = volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna (L)

- Aeração nos dispositivos hidráulicos: considera um experimento feito por Silva (2017), onde é feita a instalação de um equipamento aerador e encontra-se a economia mensal de 8,59%. A partir daí, as proporções de economia são calculadas através da estimativa para a residência hipotética. Utilizando os cálculos de economia, é calculado também o tempo de retorno dos gastos de equipamentos e instalação.
- Descarga em dois estágios na caixa acoplada: são utilizados dados de proporção de economia obtidas por Leite (2014) para execução dos cálculos de volume de economia de água, valores de equipamentos e total de tempo de retorno das instalações das válvulas.

### **3.3 IMPLEMENTAÇÃO NA RESIDÊNCIA**

Para padronizar este estudo, foi considerada uma casa padrão unifamiliar de 1 pavimento com 4 moradores, 2 quartos, 2 banheiros, 1 cozinha, 1 sala de estar e área total do terreno 360m<sup>2</sup>, considerando a área total construída de 90m<sup>2</sup>, 75% área impermeável (270m<sup>2</sup>).

Segundo Rocha et al. (2006), o acesso a água potável em regiões menos urbanizadas é mais restrito. As tecnologias utilizadas para obtenção de água nestas regiões são distintas e mais restritas do que em regiões com maior densidade populacional, como em grandes cidades. Subúrbios e cidades rurais têm menos acesso a inovações, desenvolvimentos e modernizações progressistas, inclusive isto se reflete nesta região, que é menos desenvolvida e o abastecimento de água é feito principalmente a partir dos poços artesanais e extração diretamente de rios. Esta prática requer um cuidado extra de testes de qualidade e tratamento posterior afim de evitar possíveis contaminações, de acordo com Amaral, et al. (2003).

Portanto, foi escolhida a região de Seridó – PB, na área rural semiárida do Brasil para o estudo de implementação da residência hipotética.

São Vicente do Seridó é um município brasileiro localizado no estado da Paraíba, conforme mostra o mapa na Figura 8. De acordo com estimativas do IBGE (2019), a população conta com aproximadamente 10.775 habitantes, disfrutando de uma área territorial de 264,675 km<sup>2</sup>.



Figura 8: Mapa em satélite do município de Seridó em relação ao Brasil e América do Sul

Fonte: Google Maps (2020).

Além da dificuldade de acesso a água, a região Nordeste conta também com o problema de alta taxa salina apresentada nas águas retiradas no entorno, em rios ou poços, estes indicativos são mais elevados do que os valores tolerados pela OMS para o consumo humano.

A salinização é uma propriedade muito encontrada na água que é obtida através de escavação e exploração de reservatórios na maioria das regiões semi-áridas do mundo. Ainda assim, não há o desestímulo para a obtenção de água de maneira de escavação de poços nestas áreas (NOBRE, 1985).

Segundo SNIS (2018), o cidadão paraibano gasta em média 125,4 litros de água por dia e apesar da escassez, o consumo de água segue aumentando no estado.

A partir destas informações, se considerarmos 4 pessoas na casa, a média diária de vazão de consumo totalizaria 501,6 litros. Ao fim do mês, consumo final de 15.048 litros,

com uma faixa de erro de 15%, este abastecimento se encontra na faixa de 12.790 e 17.305 litros/mês.

Quadro 1 – Valor do m<sup>3</sup> de água por Estado brasileiro

<b>VALOR TARIFA MÉDIA DE ÁGUA PRATICADA POR ESTADO</b>			
<b>Posição</b>	<b>Estado</b>	<b>Tarifa média (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Despesa total média (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
1°	Rio Grande do Sul	4,18	4,26
2°	Amazonas	3,75	3,74
3°	Distrito Federal	3,73	3,77
4°	Goiás	3,28	4,35
5°	Alagoas	3,26	3,48
6°	Sergipe	3,17	3,49
7°	Rio de Janeiro	3,16	2,6
8°	Mato Grosso do Sul	3,1	2,74
9°	Santa Catarina	3,04	2,67
10°	Rondônia	3,02	3,79
11°	Tocantins	2,99	2,38
12°	Bahia	2,85	3,08
13°	Pernambuco	2,75	2,71
14°	Paraíba	2,71	3,06
15°	Piauí	2,69	3,5
16°	Paraná	2,58	2,33
17°	Rio Grande do Norte	2,47	2,32
18°	Amapá	2,42	3,01
19°	Minas Gerais	2,36	2,17
20°	São Paulo	2,29	2,02
21°	Roraima	2,14	3,58
22°	Espírito Santo	2,13	1,75
23°	Ceará	2,05	1,84
24°	Mato Grosso	1,95	2,19
25°	Acre	1,66	2,64
26°	Pará	1,64	2,92
27°	Maranhão	1,62	1,3
Geral	Brasil	2,62	2,46

Fonte: SNIS (2018).

Conforme a consulta ao Quadro 1, o valor do m<sup>3</sup> de água em Paraíba é de R\$ 2,71. Com o total de gasto mensal seria de R\$ 46,90, quando consideramos o valor mais alto encontrado de abastecimento litros/mês.

Por fim, a descrição de cada sistema e tecnologia será organizado de acordo com os cálculos de volumes e de economia feitos separadamente em um quadro final, onde é possível visualizar a quantitativa nítida de cada caso específico por tempo de retorno e, assim podem ser feitas comparações individuais de sucesso da instalação e conclusão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado nos estudos das tecnologias utilizadas no navio, as cinco consideradas positivas para a implementação na residência serão detalhadas a seguir, junto a discussão dos cálculos e resultados.

### 4.1 ABASTECIMENTO

- **Poço com dessalinizador**

De acordo com Marinho (2017), a utilização de águas salobras retiradas dos solos, principalmente em regiões mais secas como em Seridó – PB, região do semiárido brasileiro, é viável e acessível para passar por um processo de tratamento por dessalinização. Esta região é conhecida por enfrentar meses e até anos sem chuvas e com problemas de falta d'água para consumo e a sua população, que casualmente passa por problemas de infecção alimentar ou problemas de pele ao tentar utilizar água imprópria recorrida como, por exemplo, águas vindas de açudes trazidas para a região sem os devidos tratamentos ou testes.

Tendo em vista a popularidade deste sistema, aproximadamente 60% da população brasileira conta com o abastecimento doméstico de água feito através de poços subterrâneos (IBGE, 2008). Hoje o Brasil conta com cerca de 300 mil poços em operação e são perfurados cerca de 10 mil por ano para suprir o abastecimento de água (MMA, 2005).

Para demonstração deste estudo, usaremos como exemplo o poço artesiano que conta com tratamento a partir de um dessalinizador que está situado numa região rural que também sofre com grandes épocas de secas e está enfrentando a falta d'água. Este sistema foi projetado para o sítio Camurim, para o abastecimento de 60 famílias. As características da região contam com mananciais secos, antes da instalação do equipamento, a comunidade tinha apenas água fornecida por meio de carros-pipa ou por sistema armazenamento de água da chuva em cisternas.

O sistema conta com dois reservatórios de 5m<sup>3</sup> de capacidade cada um. São duas etapas, onde o primeiro reservatório estoca a água antes, e o segundo, pós tratamento. Ele produz 600 litros de água potável/ hora. Foi calculada uma média de 108.000 litros por mês para ser dividido entre as 60 famílias, totalizando em torno de 1.800 litros por família/mês, inicialmente. Portanto, o volume total de água gerado através deste sistema abastece apenas parte do volume total utilizado mensalmente pela residência, logo, este deverá ser complementado por outra fonte ou tecnologia alternativa.

Totalizando o valor de custo do equipamento é de R\$ 78 mil e instalação, R\$ 118 mil.

Estas instalações causam um bom impacto para a região onde é implementada. Uma região que tem grande dificuldade no acesso a água vê esperança e prosperidade através de novos meios de obtenção e tratamento da água. Na mesma região e entornos estão sendo implementados outros sistemas, acompanhando a ideia dos sistemas dessalinizadores, conforme dados da Secretaria Executiva de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco – SDEC (2015).

- **Caminhão Pipa (abastecimento externo)**

Segundo Alves (2017), a situação de falta de carros-pipa se repete em diversas regiões do Nordeste, e segue se agravando quando o governo reduz o número de veículos entregando água devido a atrasos no repasse de verbas. Carros particulares são opções raras na região, precisam fazer viagens grandes e têm em sua maioria capacidade de 5 a 10 mil litros, o que se torna uma quantidade pequena quando comparado ao número de demanda casas e tempo de seca.

De acordo com dados da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro – EMOP (2016), considerando uma cisterna padrão de 16 mil litros para esta residência, eficaz para o armazenamento deste volume de água, o custo será de R\$ 79,29 por m<sup>2</sup>, totalizando R\$ 3.171,60 para construção da cisterna, mais R\$ 120,00 a cada visita do caminhão-pipa (considerar valor mensal ou quinzenal, dependendo da quantidade de chuvas e aproveitamento das águas pluviais no período).

## **4.2 ECONOMIA**

- **Reuso de água da chuva**

Para o melhor aproveitamento do sistema de reuso de água da chuva, o dimensionamento de volume do reservatório deve ser relacionado com a demanda de chuva disponível na região. A união destes dois fatores em forma de cálculo resultará na maior eficiência do sistema. (PROSAB, 2006).

A Tabela 1 demonstra a parâmetros de elementos que interagem e caracterizam o clima da região da Paraíba, tais como a pluviosidade, a temperatura, a deferência hídrica e o índice de aridez.

Tabela 1: Variabilidade dos parâmetros pluviométricos do Estado da Paraíba (mm)

	Variabilidade dos parâmetros (mm)						
	Mínimo	Mediana	Máxima	Média	Desvio Padrão	Variância	Coefficiente Variância
Pluviosidade	332	843,1	1979,3	854,6	315,66	99644	0,37
Temperatura	21,7	24,3	26,1	24,2	1,15	1,33	0,04
Deficiência Hídrica	213	540	865	535	141	19952	0,26
Excedente Hídrico	0	55	766	99	145	21141	1,45
Índice de Umidade	18	41	72	41	11,7	138	0,28
Índice Hídrico	0,18	0,41	0,72	0,41	0,11	0,01	0,28
Índice de Aridez	-0,43	-0,19	0,38	-0,17	0,15	0,02	0

Fonte: Banco de Dados do INPE Brasil (2019).

A Tabela 2 indica mensalmente as variações da pluviosidade da região da Paraíba e serve de base para a composição e entendimento da Figura 9.

Tabela 2: Variação da pluviosidade anual média do Estado da Paraíba (mm)

Mês	Variação (mm)						
	Mínimo	Mediana	Máxima	Média	Desvio Padrão	Variância	Coef. de Variação
Janeiro	13,2	71,0	176,1	71,4	30,5	931,9	0,42
Fevereiro	33,2	94,6	191,9	99,8	38,5	1482,6	0,38
Março	40,5	145,5	272,9	152,1	51,8	2684,7	0,84
Abril	60,8	153,8	254,0	148,9	41,9	1762,5	0,28
Mai	36,5	89,9	305,1	103,1	53,3	2846,7	0,51
Junho	14,8	48,5	369,4	91,3	81,2	6592,9	0,88
Julho	1,8	32,0	298,0	73,1	69,6	4844,0	0,95
Agosto	1,0	13,0	179,2	39,5	43,9	1932,1	1,11
Setembro	0,1	7,1	103,4	20,3	22,5	506,2	1,10
Outubro	1,1	9,9	38,5	11,5	7,2	51,8	0,62
Novembro	0,6	13,7	48,1	14,2	8,5	72,4	0,59
Dezembro	6,8	26,1	93,9	29,3	13,3	176,3	0,45

Fonte: Banco de Dados do INPE Brasil (2019).

Na Figura 9, encontram-se as variabilidades estatísticas dos parâmetros médios da precipitação para o Estado da Paraíba, onde se observa que as oscilações da precipitação mínima mensal estão entre 0,1 e 60,77 mm, com uma média anual de 332mm; a precipitação máxima oscila entre 38,5 e 369,4 mm e sua média é de 1.979,3 mm; e a precipitação média varia entre 11,5 e 152,1 mm, com média de 854,6 mm.

Anual	332,00	843,10	1.979,30	854,60	315,66	99.644,00	0,37
-------	--------	--------	----------	--------	--------	-----------	------

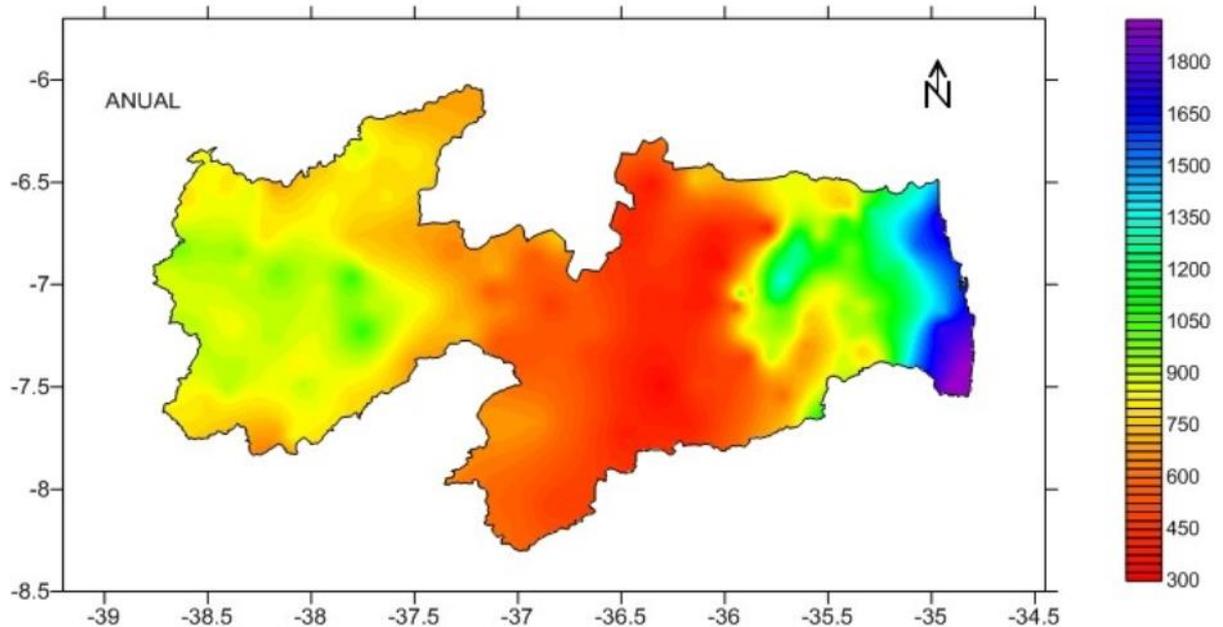


Figura 9 – Pluviosidade anual média do Estado da Paraíba (mm)

Fonte: Banco de Dados do INPE Brasil (2019).

Portanto,  $V = 0,05 \times P \times A$

$V = 0,05 \times 854,6 \times 90$

$V = 3.845,70$  (L)

Esta conta implica que o melhor volume de aproveitamento da cisterna de águas pluviais, neste caso específico, é em torno de 4 mil litros, ou seja,  $4 \text{ m}^3$ .

De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2010), o sistema de aproveitamento de água da chuva deve ser utilizado principalmente para fins não potáveis, assim é possível assegurar sua portabilidade, tratando-se de um tratamento mais simples, feito apenas através da filtragem e sem a necessidade de uma intervenção química mais complexa.

As proporções identificadas no Quadro 2 determinam onde a água de chuva pode economizar, segundo suas aplicações, tais como vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagens de carro, limpeza de pisos externos e piscinas, e no final este valor pode ser representando em média por 50% do consumo total físico, como indica abaixo:

Quadro 2: Média percentual do consumo físico de água por aplicação

<b>Média do consumo total de água da residência</b>		
<b>Descrição</b>	<b>% do Consumo</b>	<b>Água de Chuva</b>
<b>Uso interno</b>		
Descargas na bacia sanitárias	20 a 25%	Sim
Chuveiros e banheiras	15 a 20%	Não
Máquinas de lavar roupas	10 a 15%	Sim
Máquinas de lavar pratos	2 a 5%	Não
Torneiras internas	5 a 10%	Não
<b>Uso externo</b>		
Jardim	25 a 30%	Sim
Piscina	0 a 5%	Sim
Lavagem de carro	0 a 5%	Sim
Lavagem de área externa	0 a 2%	Sim

Fonte: SABESP (2010).

A previsão de consumo desta residência por mês está entre 12.790 e 17.305 litros, calculamos a média, chegando ao resultado total de 15.047,5 litros de água mensal. Deste valor, como mostrado no Quadro 2, aproximadamente 7.500 litros são disponíveis de ser utilizados pela água de chuva. Mas ao considerar o limite mensal de pluviométrico e as particularidades da região estudada, deve-se utilizar o valor anterior de 3.845,70 litros/mês.

Neste caso, esta residência que possui 90m<sup>2</sup> e capta uma média de 3.845,70 litros de chuva por mês, deste total, conseguem ser reaproveitados para fins não potáveis um potencial de 100%, podendo gerar uma economia total de aproximadamente 22,22% do consumo total de água gerado através do sistema de águas pluviais.

Os cálculos acima demonstram uma economia de R\$ 10,42 reais por mês.

Quando calculadas as vantagens para o abastecimento pluvial, deve-se considerar as taxas de instalação dos sistemas. Para a instalação de uma cisterna de 4 m<sup>3</sup>, e um sistema integrado de aproveitamento de águas pluviais, de acordo com dados da EMOP (2016), entre filtros e instalação da cisterna de bloco de concreto gasta-se aproximadamente R\$ 1.200,00 e R\$ 79,29 por m<sup>2</sup>, totalizando R\$ 2.854,44, e em seguida, R\$ 4.054,44.

- **Aeração nos dispositivos hidráulicos (chuveiros e torneiras)**

De acordo com um experimento feito por Silva et al. (2017), ele usou dados reais para instalar um aerador em uma residência e obteve o resultado de economia equivalente a 8,59%. De acordo com o Quadro 2, o consumo de água médio nos banhos equivale a aproximadamente 25% do consumo total de água, sendo assim, a economia num cenário total

é de 2,15%. Totalizando no fim do mês uma economia de 323 litros, ou seja, uma economia mínima que não chegará a R\$ 1,00 de economia mensal.

Segundo ele, a instalação e o custo médio do equipamento é de aproximadamente R\$ 60, mais a mão de obra de instalação, que pode variar dependendo da região.

- **Descarga em dois estágios na caixa acoplada**

Segundo Leite (2014), utilizar o mesmo volume de água em 100% das vezes que se vai ao banheiro é antiquado e não está de acordo com a economia. No sistema de descarga em dois estágios, é implementada uma válvula onde quem utiliza o sanitário pode escolher despejar três ou seis litros de água e pode economizar um total de 40% no volume de água utilizado nesta atividade.

Segundo Deboita (2014), foi recomendada a ABNT NBR 15491 no ano de 2007 (depois atualizada em 2010 e 2018), que estabelece as condições para atender as caixas de descarga através da nova adaptação em dois estágios da descarga. Após a identificação do volume de água necessário para fazer limpeza da bacia, o usuário tem a opção de escolher um maior ou menor volume de água, implicando assim na economia. A atualização foi bem aceita pelo mercado brasileiro.

Consultando a Tabela 4, podemos observar que o vaso sanitário compõe 22,5% do total de consumo, ou seja, uma economia total de 9% ao mês. Totalizando 1.354,32 litros e R\$ 3,67 ao mês.

A instalação da válvula de duplo acionamento custa entre R\$ 32,20 a R\$ 450,00, segundo Leite (2014), e fabricantes afirmam que pessoas que têm noções básicas de bricolagem podem fazer a troca com a ajuda dos manuais de instrução.

### **4.3 GERAL**

- **Tabela de Resultados Calculados**

A partir dos cálculos feitos das diferentes técnicas descritas ao decorrer deste item, foi gerado o Quadro 3. Este quadro é detalhado através de uma reunião de dados tangíveis encontrados neste estudo, visando uma análise de melhor compreensão e obtenção de resultados conclusivos.

Quadro 3: Demonstrativo de economias/tempos de retorno mensais por tecnologia

<b>Tecnologia</b>	<b>Economia mensal (%)</b>	<b>Economia mensal (L)</b>	<b>Economia mensal (em reais)</b>	<b>Equipamentos e instalação</b>	<b>Tempo de retorno econômico</b>	<b>Compromisso Ambiental</b>
Poço com dessalinizador	8,36%	1800*	R\$ 4,88*	R\$ 3.267,00**	5 anos e 10 m.	Sim
Caminhão Pipa***	VOLUME 50%	N/A	N/A	R\$ 3.351,60	N/A	Não
Reuso de água da chuva	22,22%	3845,7	R\$ 10,42	R\$ 4.054,00	32 anos e 6 m.	Sim
Aeração	2,15%	323	R\$ 1,00	R\$ 240,00	20 anos	Sim
Descarga em dois estágios	9%	1354,32	R\$ 3,67	R\$ 482,10	11 anos	Sim

Fonte: Autora, 2020.

\* Por família;

\*\* Valor considerado em estimativa para fazer o abastecimento de uma família;

\*\*\* Os cálculos do caminhão-pipa se referem a compra de água em casos extremos, e não a economia de água, portanto os números somente foram gerados para criar uma correlação de volume de abastecimento e custo de instalação dos equipamentos.

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho podemos concluir que as principais tecnologias da água adotadas atualmente em navios de cruzeiro devem ser observadas mais de perto, estudadas e adaptadas, se necessário, para a solução de um problema que preocupa a sociedade e já faz parte da realidade de várias cidades, que é a carência de água potável, que já acontece há anos, combinada com os déficits de chuva que ocorrem nas regiões semi-áridas brasileiras, especialmente no município de Seridó – PB, estudo de caso deste trabalho.

A implementação da tecnologia do tratamento da água de poço por dessalinização é o grande destaque deste trabalho e chama a atenção primeiramente pela viabilidade (acesso a água por perfuração do solo) e falta de opções que os moradores dessa região encontram durante grandes períodos do ano com o difícil acesso a água potável. Após realizado este estudo, pudemos verificar que o sistema já vem sendo implementado em pequenas regiões para grupos familiares, o que é uma boa opção para teste da tecnologia. Este sistema tem um tempo econômico de retorno relativamente alto (quase 6 anos), mas é um sistema duradouro, conta com o benefício de valorização dos entornos por ser uma inovação e trazer água para a região, aumenta significativamente a qualidade de vida desta sociedade e implica num desenvolvimento econômico e estrutural a longo prazo. Vale lembrar que os tempos de retorno dos investimentos podem estar sendo encontrados altos por conta da baixa precificação da água na região (apesar da escassez) e dos altos preços de equipamentos e instalações encontrados.

Quanto à avaliação dos resultados da utilização da água da chuva, os valores encontrados resultantes da economia mensal e o tempo de retorno econômico para satisfazer os gastos investidos nos equipamentos e cisterna se apresentam como números incentivadores, porém há de ser considerada também a escassez de chuva na região, que pode contar com meses seguidos de seca (conforme os dados do INPE e resultados encontrados neste estudo), portanto esta tecnologia deve ser incentivada e implementada, porém nunca como fonte principal ou única de obtenção de água potável.

Quando observamos os resultados de gastos de investimentos das instalações das válvulas das descargas com caixa acoplada, valor de R\$ 402,00 para a instalação de equipamentos que virão a economizar mensalmente 1.354 litros de água, deve-se valorar também a economia e o compromisso ambiental, e não somente pensar, que por outro lado, há uma espera de aproximadamente 11 anos para a obtenção do valor investido.

Portanto, fica entendido que esta realidade brasileira que se identifica em Seridó – PB e se repete em diversas regiões marca a importância da valorização dos estudos de instalação de diferentes tecnologias, que serão escolhidas estrategicamente, de acordo dados quantitativos e qualitativos, onde poderá se observar os benefícios a curto e principalmente longo prazo, e devendo ser adaptadas para implementação de cada caso estratégico sendo residência ou conjunto de residências. Este experimento demonstrou, então a importância da observação da implementação de inovações tecnológicas no sistema de uso de água diário de uma sociedade. Os resultados em sua maioria demonstram sistematicamente efeitos em longo prazo, mas num todo, as tecnologias consideradas são de grande valor para a sociedade e para o meio ambiente.

Observando estes resultados hipotéticos, podemos concluir que fica identificado a importância da implementação dos sistemas para obtenção de água, os mesmos agregam um valor crescente para a região, principalmente a dificuldade do acesso a água potável neste entorno é pré-existente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. T. *Cidades do Nordeste que dependem de carro-pipa para receber água têm redução no abastecimento*. Por G1. CE, 14/08/2017.

AMARAL, L. A. et al. *Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais*. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ANA, Agencia Nacional de Águas. *Do reuso à dessalinização, confira como a água doce pode ser obtida*. <ana.gov.br> Publicado em 25/05/2013. Acessado em: 2 de agosto de 2020.

BANDEIRA, C. Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, São Paulo, 04 de agosto de 2015 <agua.org.br> Acessado em: 13 de agosto de 2020.

BRASIL. ABNT NBR 15527, de 24 de setembro de 2007. *Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis*. Rio de Janeiro, RJ, válida a partir de 24 de out. de 2007.

BRASIL. CONAMA, Resolução Nº 357/2005 - *"Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências."*. - Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

BRASIL. Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro – EMOP <www.emop.rj.gov.br> Rio de Janeiro, 2016. Acessado em: 2 de jun. de 2020.

BRASIL. IBGE, *Detalhamento da Cidade de São Vicente do Seridó*, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/sao-vicente-do-serido.html>> Acessado em: 21 de jul. de 2020.

BRASIL. IBGE, *Detalhamento de Cidades e Estados*, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>> Acessado em: 14 de jul. de 2020.

BRASIL. IBGE, *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2008. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html>> Acessado em: 21 de jul. de 2020.

BRASIL, INPE. Banco de Dados da Paraíba, 2019. <<http://www.bancodedados.cptec.inpe.br>> Acessado em: 22 de jun. 2020.

BRASIL. MMA, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. *Documento de Introdução: Plano Nacional de Recursos Hídricos: Iniciando um Processo de Debate Nacional*. Brasília, DF, 2005.

CLIA Brasil e Fundação Getúlio Vargas (FGV). ESTUDO CLIA BRASIL FGV 2019/2020 – *Os resultados da temporada 2019/2020 de Cruzeiros Marítimos no país no novo Estudo de Perfil e Impactos Econômicos de Cruzeiros Marítimos no Brasil*, 2019.

DEBOITA, M. *Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica*. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 2014.

DUARTE, Hélio A. *Água: uma visão integrada*. SBQ – Sociedade Brasileira de Química, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Qnesc), v. 8, p. 4-8, 2014.

IDOETA, Paula. *Como 5 cidades do mundo estão combatendo a falta d'água*. BBC Brasil, São Paulo, 22/03/2017. <[bbc.com/portuguese/internacional-39351153](http://bbc.com/portuguese/internacional-39351153)> Acessado em: 4 de jun. de 2020.

LEITE, I. *Como economizar instalando válvula de descarga com duplo acionamento*. Matéria do G1 de 01/08/2014. <[g1.globo.com/sao-paulo/como-economizar-agua](http://g1.globo.com/sao-paulo/como-economizar-agua)> Acessado em: 4 de jun. de 2020.

MARINHO, F. J. L. Doutor e Pesquisador da UEPB, 2016. *O projeto “Dessalinizador Solar”* – Universidade Estadual da Paraíba, 28 de nov. de 2017.

MIERZWA J., professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e coordenador técnico do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água em *Tratamento De Água Para Abastecimento Público Porultrafiltração*, Vol.13 - Nº 1 - jan/mar 2008.

NOBRE, G. da S. O DNOCS em questão: análise de políticas e estratégias. In: NÚCLEO INDEPENDENTE DE ESTUDOS E PESQUISAS DO CEARÁ–NIEPCE. *O DNOCS e o novo Nordeste: uma perspectiva histórica, 1909-1984*. Fortaleza: DNOCS, 1985. v. 2.

ONU, Organização das Nações Unidas. Relatório das Nações Unidas sobre *Desenvolvimento dos Recursos Hídricos*, 2017. <nacoesunidas.org/acao/agua> Acessado em: 22 de jun. de 2020.

PROSAB, Programa de Pesquisas em Saneamento. *Rede cooperativa de pesquisas. Tecnologias de segregação e Tratamento de esgotos domésticos na origem, redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas*, 2006.

RAMOA, Carlos Eduardo de Almeida; FLORES, Luiz Carlos da Silva; STECKER, Bernd. *A convergência da sustentabilidade ambiental com os cruzeiros marítimos em dois momentos: na pesquisa acadêmica e na comunicação das empresas do setor*. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, v. 12, n. 2, p. 152-178, 2018.

REIS, A. S. *Destiladores: A importância da dessalinização da água do mar em embarcações*. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas (APMA). Centro De Instrução Almirante Graça Aranha, Marinha do Brasil. Rio de Janeiro, 2013.

ROCHA, C. M. B. M. et al. *Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000*. Caderno de Saúde Pública, v.22, n 09, p 1967-1978, 2006.

ROSE, N. Diretor de Programas Ambientais da Royal Caribbean, *Nota oficial sobre táticas de economia de água*, 2019.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Demonstrações Financeiras*, publicado em 31 de dezembro de 2010.

SDEC – Secretaria Executiva de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco – Fundo Verde UFRJ. *Pernambuco tem primeiro dessalinizador solar coletivo da América Latina*. Postado em 12 de maio de 2015.

SILVA, M.J.M. et. al - *Avaliação Da Economia De Água Em Chuveiro Com Dispositivo Aerador*. Organização Social de Iturama (MG), v. 6, n. 5, p. 4-18, jan./jun. 2017.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. *Tabela de ranking de valor da tarifa média de água praticada por Estado Brasileiro*. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto Ministério das Cidades, 2018.

SOUZA, Luiz Faustino. *Dessalinização como fonte alternativa de água potável*. Norte Científico, v. 1, n. 1, 2006.