An aerial photograph of a beach. The top half of the image shows the ocean with white, foamy waves crashing onto a sandy shore. The bottom half shows the golden-brown sand of the beach. The text is overlaid on the lower portion of the image.

# **PLANTA DE DESSALINIZAÇÃO DE FORTALEZA**

---

ESTUDOS DE VIABILIDADE

## SUMÁRIO GERAL

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Institucional .....</b>                       | <b>5</b>  |
| <b>2. Política .....</b>                            | <b>13</b> |
| 2.1. Viabilidade Política – Poder Executivo.....    | 13        |
| 2.2. Viabilidade Política – Poder Legislativo ..... | 15        |
| <b>3. Financeira.....</b>                           | <b>18</b> |
| <b>4. Econômica .....</b>                           | <b>20</b> |
| <b>5. Social .....</b>                              | <b>24</b> |
| 5.1. Saúde.....                                     | 24        |
| 5.2. Educação .....                                 | 24        |
| 5.3. Empregos.....                                  | 24        |
| 5.4. Migrações.....                                 | 24        |
| <b>6. Jurídica .....</b>                            | <b>26</b> |
| <b>7. Técnica .....</b>                             | <b>31</b> |
| 7.1. Evaporação Instantânea Multietapa (MSF) .....  | 31        |
| 7.2. Evaporação Multiefeito.....                    | 33        |
| 7.3. Compressão de Vapor .....                      | 35        |
| 7.4. Destilação Solar .....                         | 37        |
| 7.5. Osmose Inversa ou Osmose Reversa .....         | 38        |
| 7.6. Eletrodialise .....                            | 41        |
| 7.7. Nanofiltração.....                             | 44        |
| 7.8. Comparativo de Tecnologias .....               | 45        |
| <b>8. Ambiental .....</b>                           | <b>48</b> |
| 8.1. Método de Avaliação Proposto.....              | 48        |
| 8.1. Conclusão .....                                | 57        |
| <b>9. Fiscal.....</b>                               | <b>61</b> |
| <b>9.1 Capacidade de pagamento da Cagece.....</b>   | <b>61</b> |
| <b>9.2 Tributos .....</b>                           | <b>62</b> |
| <b>9.3 ISS e ICMS.....</b>                          | <b>63</b> |
| <b>10. Comercial .....</b>                          | <b>64</b> |
| <b>11. Conclusões .....</b>                         | <b>65</b> |
| <b>12. Equipe Participante.....</b>                 | <b>66</b> |
| 12.1. Pela CAGECE.....                              | 66        |
| 12.2. Pela AUTORIZADA.....                          | 66        |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.1 - Cronograma investimentos mensal (R\$ MM)- Valores reais, sem inflação   | 18 |
| Figura 3.2 - Custos fixos e variáveis totais (R\$ MM) – Valores reais, sem inflação  | 18 |
| Figura 3.3 - Contraprestações (R\$ MM) - Valores reais, sem inflação   | 19 |
| Figura 7.1 - Diagrama do processo de evaporação instantânea Multietapa   | 32 |
| Figura 7.2 - Processo de evaporação multiefeito  | 33 |
| Figura 7.3 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor   | 35 |
| Figura 7.4 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor (Multietapa)  | 36 |
| Figura 7.5 - Ciclo de processo de ejetor de compressão de vapor  | 36 |
| Figura 7.6 - Diagrama da planta de destilação solar direta   | 37 |
| Figura 7.7 - Vasos de comunicação  | 38 |
| Figura 7.8 - Osmose Direta   | 38 |
| Figura 7.9 - Osmose Inversa  | 39 |
| Figura 7.10 - Diagrama geral de uma planta de OI   | 40 |
| Figura 7.11 - Diagrama de uma planta de OI de duas etapas  | 41 |
| Figura 7.12 - Processo de Eletrodialise  | 41 |
| Figura 7.13 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha contratadas até 2018.  | 46 |
| Figura 7.14 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha por osmose inversa para consumo humano com vazão acima de 1m <sup>3</sup> /s em operação até 2019. | 47 |

---

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Linhas de ação de Mananciais Alternativos previstas no Plano Fortaleza 2040. | 14 |
| Tabela 4.2 – Resumo de benefícios gerados pelo Projeto                                    | 23 |
| Tabela 7.3 - Comparação dos processos de dessalinização de água do mar.                   | 46 |
| Tabela 9.2.1 - Resumo Estrutura Tributária  | 62 |

---

## Apresentação

O presente Estudo 7 – Estudos de Viabilidade – Revisão 02 objetiva apresentar as diretrizes para realização da Análise de Viabilidade Multidimensional, entendida como o processo de verificar a viabilidade de um empreendimento a partir das dez dimensões indicadas no PMI, quais sejam: 1) institucional; 2) política; 3) financeira; 4) econômica; 5) social; 6) jurídica; 7) técnica; 8) ambiental; 9) fiscal e 10) comercial.

Este estudo atualiza e complementa a versão originalmente entregue pela empresa AUTORIZADA no âmbito do Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI 01/2017/CAGECE, que visava o desenvolvimento de estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1 m<sup>3</sup>/s.

## 1. Institucional

Neste tópico se examina os aspectos institucionais da concessão proposta para a implantação/construção e operação de Planta de Dessalinização de Água Marinha com capacidade de 1 m<sup>3</sup>/s, para a Região Metropolitana de Fortaleza.

Trata-se de avaliar as relações da SPE com as diversas esferas de Governo, órgãos reguladores, entre outros, com vistas a verificar a capacidade de a SPE honrar o contrato de PPP. Do mesmo modo, pretende-se realizar a descrição do arranjo de instituições da Administração Pública envolvidas com o projeto e suas responsabilidades.

Anote-se, inicialmente, tratar-se de uma PPP Administrativa, tendo como contratante a CAGECE e como intervenientes o Governo do Estado do Ceará.

Entre os principais atores estatais que estão (ou estarão) envolvidos, direta ou indiretamente, no Projeto, destacam-se:

1) **Secretaria das Cidades do Estado do Ceará**, a que se atribuiu a competência de coordenar as políticas de governo na área de saneamento, mobilidade e trânsito (Lei no 15.773, de 2015). Nesta secretaria encontra-se a Coordenadoria de Saneamento, bem como figura como entidade vinculada a CAGECE. Para fins do Projeto, a Secretaria das Cidades possui papel relevante, porque a Lei Estadual de PPP (Lei nº 14.391 de 07.07.2009) estabelece em seu artigo 15 que o Secretário de Estado no âmbito de sua respectiva área de competência deverá “*submeter o edital de licitação ao Conselho Gestor, proceder à licitação, acompanhar e fiscalizar os Contratos de Parcerias Público-Privadas*”. Evidentemente, pelo Projeto interessar à entidade da administração indireta, dotada de autonomia, parte destas tarefas, notadamente “proceder à licitação” deve ser executada pela própria CAGECE;

2) **Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará - SRH**, cuja competência é promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado, coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços referentes a recursos hídricos, promover a articulação dos órgãos e entidades estaduais do setor com os órgãos e entidades federais e municipais, bem como exercer outras atribuições necessárias ao cumprimento de suas finalidades (cf. art.72, da Lei estadual nº 13.875 de 07.02.2007). A interface do Projeto com a SRH envolve a influência da gestão de recursos hídricos, pois diminui a pressão para os atuais mananciais usados para abastecimento da RMF, liberando-os para atendimento a outros municípios dentro e fora da própria RMF;

3) **Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA)**, tendo em vista que os procedimentos requeridos no desenvolvimento do processo de licenciamento ambiental, apresentação do diagnóstico ambiental das áreas de influência do Projeto, identificação dos potenciais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da planta da usina de dessalinização de água do mar, bem como a indicação das medidas de controle ambiental e monitoramentos preconizadas, se impõem como elementos de extrema relevância para a sua viabilidade e sucesso. Do mesmo modo, o fato de ser necessário o licenciamento ambiental junto ao órgão competente, desde as etapas iniciais de seu planejamento e instalação até a sua efetiva operação,

justifica que seja atraída a atuação da Secretaria de Meio Ambiente;

4) **Conselho Gestor de Parcerias Público-Privadas do Estado do Ceará**, órgão superior de caráter normativo e deliberativo, instituído pela Lei nº 14.391, de 07.07.2009, e que tem entre suas principais competências analisar os projetos, estudos, levantamentos ou investigações elaborados por pessoas físicas ou jurídicas não pertencentes à Administração Pública direta ou indireta, que possam ser eventualmente utilizados em licitação de parceria público-privada, inclusive para permitir o ressarcimento previsto no art. 21 da Lei federal nº 8.987, de 1995; definir os critérios para subsidiar a análise sobre a conveniência e oportunidade de contratação sob esse regime; analisar a conveniência da abertura do procedimento licitatório e aprovar os instrumentos convocatórios e de contratação e suas alterações; estabelecer os procedimentos básicos para o acompanhamento e a avaliação periódicos dos contratos de parceria público-privada; bem como apreciar e aprovar os relatórios semestrais de execução de contratos de parceria público-privada enviados pelas Secretarias de Estado contratantes;

5) **Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)**, criada pela Lei nº 12.217, de 18.11.1993, com a finalidade de implantar um sistema de gerenciamento da oferta de água superficial e subterrânea no Estado, compreendendo os aspectos de monitoramento dos reservatórios e poços, manutenção, operação de obras hídricas e organização de usuários, inclusive através da informação e divulgação de dados à comunidade. A COGERH cumpre o papel de gestora dos recursos hídricos viabilizando decisões coletivas e negociadas, como, também, possui a função de avaliar a política de gestão a ser implementada nas bacias e está vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos e que o projeto em estudo poderá auxiliar no cumprimento de suas atribuições institucionais, na medida em que o Projeto libera os volumes correspondentes que estavam comprometidos à RMF para outros usuários..

6) **Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)**, cuja competência é fixada pela Lei 9.499 de 20.07.71, autorizada a *“atuar na prestação de serviços de saneamento básico, tanto os de natureza pública quanto os de natureza privada, conforme definidos pela Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007 e pelo Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010, e alterações posteriores promovidas nesse marco regulatório, e em quaisquer atividades econômicas que guardem relação direta ou indireta com o setor e seus processos de operação e gestão, em todo território do Estado do Ceará, em outros Estados da Federação e no exterior, assegurada em caráter prioritário a prestação adequada e eficiente dos serviços públicos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário no Estado do Ceará”* (art. 3, da Lei 15.348/2013);

7) **Município de Fortaleza**: Tendo em vista que o projeto será implantado dentro do território do Município de Fortaleza e que compete a este “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (art. 30, VIII, da Constituição Federal), será necessária a atuação deste ente federativo mormente no licenciamento urbanístico, o que poderá envolver mudanças na legislação municipal. Neste campo devem ser atraídas as competências,

dentre outras, da SEUMA – Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza, do IMPLANFOR – Instituto Municipal de Planejamento de Fortaleza e, eventualmente, da Câmara Municipal;

## 8) Regulação dos Serviços

Os serviços concedidos à Cagece são regulados, haja vista que, na hipótese, a delegação do exercício de um serviço público (abastecimento de água potável) se operou de forma contratual, atraindo as exigências de regulação previstas na Lei 11.445/07. Com efeito, se ocorreu uma delegação, e pela própria condição de se estar no campo de um monopólio natural, a regulação, enquanto mecanismo simulador de concorrência, indutor de eficiência e tutor do direito dos usuários e da própria sustentabilidade da prestação dos serviços, resta justificada.

No entanto, o contrato de concessão é um contrato de “gestão”, em que, por “conta e risco” do concessionário (entendida a expressão nos limites das obrigações assumidas e da matriz de riscos incidente no contrato), este “faz a gestão (assunção de riscos e organização, estruturação, racionalização e coordenação de recursos materiais e humanos) do empreendimento”, a fim de atingir os resultados pactuados.

Portanto, o ordinário em um contrato de concessão, em que há um plexo de riscos atrelados à exploração do serviço, é o concessionário ter liberdade para escolha dos meios necessários ao atingimento dos fins e metas pactuados, de modo que, em ocorrendo ingerências, haverá deslocamento dos riscos com a correlata assunção dos ônus respectivos pela parte que procedeu à interferência.

Em outras palavras, a entidade reguladora realiza a regulação econômica e de qualidade dos serviços, mas interfere o mínimo nas escolhas empresariais (meios) do concessionário, sob pena de ensejar argumentos de ingerência e consequentes disputas de exclusão de responsabilidade ou de reequilíbrio econômico-financeiro do contrato.

Assim, no modelo de concessão administrativa do presente projeto, entende-se não ser cabível específica regulação por agência do respectivo contrato. Alude-se à “específica” em virtude de os contratos de concessão do serviço público de abastecimento de água potável já serem regulados. Na regulação que hoje acontece, as agências não se debruam sobre nenhum contrato-meio realizado pela Cagece: a métrica e as balizas são as metas de expansão, os parâmetros de qualidade dos serviços, os resultados. Por exemplo, se a obra prevista neste projeto fosse realizada via empreitada ordinária (contratada por licitação) e a posterior operação fosse terceirizada (via licitação), os reguladores não regulariam cada um desses específicos contratos.

Por certo o vulto e até mesmo a complexidade do arranjo contratual de longo prazo de uma concessão administrativa são elementos especiais, que a segurança jurídica deve imantar, inclusive para a própria atratividade do modelo e consequente competitividade na concorrência. Mas a experiência e a doutrina consagraram boas práticas de regulação por contrato que podem suprir e funcionar quando não há um regulador institucional natural ou com maturidade, tais como as previsões de verificador independente e de arbitragem.

Dessa forma, como se trata de uma concessão administrativa de atividade-meio, com o objetivo de diversificar a matriz hídrica do sistema de

abastecimento público de água, entende-se que esta deva ser regulada por contrato, com os mecanismos próprios para tanto, obviamente respeitando as normas da regulação setorial competente do serviço “final” que possam interferir no serviço “meio”.

9) **Procuradoria-Geral do Estado do Ceará**, que tem suas competências delineadas pela Lei Complementar nº 58, de 31.03.2006, notadamente a representação judicial e extrajudicial e a consultoria e assessoramento jurídico do Estado, sendo responsável, dentre outras funções, por propor orientação jurídico-normativa para a Administração Pública, direta e indireta; pronunciarse sobre a legalidade dos atos da Administração estadual; conduzir processos administrativos disciplinares nos casos previstos em lei, emitindo pareceres; e representar os interesses da Administração Pública estadual perante os Tribunais de Contas do Estado e da União (art.5). O Decreto 29.801/2009 que dispõe sobre o Conselho Gestor de Parcerias Público-Privadas assegura a participação da PGE nas aprovações de contratações de concessões e PPPs (art.1, IV), sendo certo, ainda, que a legislação sobre o Programa de Concessões e de Parcerias Público-Privadas Estado do Ceará determina que o Conselho Gestor é o órgão competente, entre outros, para aprovar a execução de projetos no regime de Parcerias Público-Privadas; disciplinar os procedimentos para celebração desses contratos; autorizar a abertura de licitação e aprovar o seu edital, além de opinar sobre alteração, revisão, rescisão, prorrogação, aditamento ou renovação de Contratos de Parcerias Público-Privadas (art.14 da Lei Estadual nº 14.391/2009 e art.2, do Decreto 29.801/2009);

10) **Secretaria de Patrimônio da União (SPU)**, em razão da área onde está locada alguns trechos das tubulações de captação de água marinha e de descarte de concentrado, pertencer à União, faz-se necessário a consideração deste ente por meio da Secretaria de Patrimônio da União (SPU). Tais trechos compreendem à faixa de praia em frente à avenida Clóvis Arrais Maia, onde existem algumas barracas de praia, necessitando daquele órgão autorização para travessia subterrânea.

Observadas o aspecto governamental nos termos acima, passa-se a análise da Sociedade de Propósito Específico. Observa-se que as exigências relativas à seleção desta entidade, seja pela avaliação de condições de habilitação e julgamento de sua proposta técnica e proposta comercial), seja pelo desenho de seus direitos (sobretudo de percepção da contraprestação pública mensal, de exploração de receitas assessórias e da constituição das garantias públicas) e das suas obrigações, garante que a SPE tenha capacidade de honrar o Contrato de PPP.

Como se sabe, a sociedade de propósito específico (SPE) se insere nas modernas relações empresariais e, ao contrário do que sua denominação indica, não é, em si, uma espécie de sociedade empresarial. Antes, a SPE é uma forma de conjunção de interesses comuns entre várias empresas que se congregam em alguma das espécies de sociedades empresariais previstas em lei, em prol de um objetivo específico, interessante a todas elas.

Seu surgimento e, principalmente, sua importância adquirida modernamente nas relações empresariais está relacionada com a necessidade cada vez maior de empresas

comungarem esforços conjuntos em prol dos seus objetivos empresariais. Por meio da SPE, duas ou mais empresas podem se lançar num empreendimento específico em apartado – porém relacionado – dos seus objetivos gerais.

A SPE pressupõe, assim, o emprego de recursos e esforços de cada uma das suas integrantes, voltados à consecução de um determinado empreendimento ou objetivo comum, de modo que cada empresa que integre a SPE permaneça como sociedade apartada, a realizar seus objetivos. Portanto, não é o caso apenas da soma de esforços, mas também de conferir algum grau de segurança ao capital e estrutura geral da empresa, não comprometidas com aquilo que é por ela alocado na SPE.

Estruturalmente, a SPE não difere muito da figura do consórcio de empresas. De fato, tanto o consórcio de empresas quanto a SPE se caracterizam por arranjos negociais entre empresas que intentam a consecução de um objetivo partilhado por intermédio da soma dos seus esforços individuais. A única diferença entre uma e outra figura empresarial talvez resida no tema da personalidade jurídica, ou melhor, o fato de a SPE implicar necessariamente na constituição de uma pessoa jurídica de Direito Privado, enquanto o consórcio, por sua vez, representa apenas mero acordo contratual entre empresas, não obstante gozar de alguns direitos próprios das pessoas jurídicas.

Nesse sentido, a SPE, como o próprio nome diz, caracteriza-se por ser uma sociedade empresarial na acepção da lei, mas que não se constitui necessariamente como uma nova modalidade de sociedade. Ela se personifica em uma das modalidades já previstas em lei (sociedade em nome coletivo, sociedade em comandita, sociedade limitada ou anônima), de modo que, não obstante a escassez de regulamentação, o que irá determinar a forma pela qual a SPE será constituída é o intuito por ela perseguido.

Assim é que, se de um lado a SPE tem o condão de limitar a responsabilidade daqueles que se lançam à execução do empreendimento, por outro lado confere ao eventual financiador uma maior transparência, além de isolar o empreendimento (e o retorno dele esperado) das demais operações das empresas individuais.

Há, pois, verdadeiro incremento na solidez da relação entre as diversas empresas reunidas porquanto a existência de uma pessoa jurídica própria, com todos os direitos e deveres inerentes, goza de certeza maior do que o consórcio, muito embora não se desconsidere – sobretudo no contrato administrativo – as responsabilidades assumidas pelas consorciadas.

Anote-se, ainda, que a constituição de uma SPE é condição obrigatória nas PPPs, tanto nas concessões patrocinadas quanto nas administrativas, conforme estabelece o artigo 9º da Lei Federal nº 11.079/2004, *in verbis*: “antes da celebração do contrato, deverá ser constituída sociedade de propósito específico, incumbida de implantar e gerir o objeto da parceria”.

Tem-se, pois, no caso das PPPs que o legislador intentou garantir maior segurança ao negócio objeto da concessão, apartando-o e evitando contaminação com outros escopos do(s) acionista(s) que a compõe(m).

Noutro aspecto, propicia-se também melhores mecanismos de fiscalização por parte do Poder Concedente, já que todos os ativos da SPE estarão segregados daqueles pertencentes às pessoas jurídicas que a constituem, tornando mais fácil a visualização

da condução do objeto concedido e, também, da saúde financeira da própria Concessionária.

Nessa perspectiva, a regra vigente no Brasil no sentido de o vencedor ou os vencedores das licitações para as concessões administrativas ou patrocinadas constituírem, antes da celebração do contrato, sociedades de propósito específico. É, portanto, com tais SPEs que serão celebrados os contratos de PPP.

Além dos atores governamentais e da SPE importa considerar a atuação de agentes não estatais relevantes ao projeto, tais como os sindicatos, membros da sociedade civil diretamente afetados (comunidade) e organizações do terceiro setor, prevê-se que atuação concertada das entidades governamentais e da SPE poderão incrementar as condições de boa execução da PPP, considerando que tais instituições e membros da sociedade são considerados *stakeholders*.

Para viabilizar a atuação junto à comunidade prevê-se a implementação de projetos de responsabilidade socioambiental nos termos do item 8 do presente estudo (Viabilidade ambiental).

A atuação junto ao terceiro setor deverá ocorrer de acordo com as políticas de governança e *compliance* a serem desenvolvidas pela SPE.

Igualmente, prevê-se participação da SPE e ou de suas controladoras em associações e entidades de classe, procurando manter um diálogo permanente e construir relações produtivas com esses públicos.

A interação entre agentes públicos e privados é amplamente viabilizada no arranjo das parcerias público privadas. A esse respeito pode-se destacar os achados de pesquisa indicados o artigo Os Papéis dos *stakeholders* na Implementação das Parcerias Público-Privadas no Estado da Bahia, desenvolvido por Sandro Cabral, Antonio Sérgio Araújo Fernandes e Daniel Barroso de Carvalho Ribeiro. Ao analisar o papel dos *stakeholders* em PPPs, os autores indicam que:

Na abordagem conceitual relacionada aos *stakeholders* há um argumento de que a organização tem muitas relações com grupos internos e externos e que estas podem fornecer apoio a determinados objetivos comuns, considerando o equilíbrio dos seus interesses (CLARKSON, 1995; EVAN e FREEMAN, 1993; FREEMAN, 1984; JONES e WICKS, 1999). Os estudos sobre os interessados em lucros e na ética, em grande parte conduzidos segundo análise de organizações privadas, têm sido também aplicados à compreensão de organizações públicas (HILLMAN e KEIM, 2010; HASNAS, 1998). Mason e Mitroff (1981) ajudaram a introduzir a análise das partes interessadas para a prática de negócios. Em sua definição, *stakeholders* são todos aqueles requerentes, dentro e fora da empresa, que têm interesse no problema em questão e na sua solução, sendo as entidades concretas que afetam e são afetados por uma política. Uma grande contribuição à teoria de *stakeholders* pode ser encontrada na obra de Donaldson e Preston (1995), em que descrevem uma organização como uma constelação de interesses cooperativos e competitivos que têm valor intrínseco. Os autores afirmam que a descrição da organização é fundamental para ajudar as pessoas a examinar as práticas normativas

para instituir as partes interessadas que merecem atenção e as práticas de gestão ao recomendar estruturas e atitudes existentes no sistema de interesse das empresas. Por seu turno, processos de PPP, assim como outras políticas públicas, requerem um espaço de gestão ou governança partilhado, onde os *stakeholders* ocupam lugares importantes. Eles serão responsáveis por desempenhar inúmeros papéis na gestão da PPP que vão do controle à discussão do risco contratual, passando pelo monitoramento de desempenho. Nessa seara, a identificação dos *stakeholders*, no âmbito de políticas públicas, e de seus principais papéis é fundamental. Um exemplo é a concepção de usuários e operadores de objetos de políticas públicas.

(...) A pesquisa também revela que, nas PPP na Bahia, os *stakeholders* assumem diversos papéis. De fato, alguns deles, como agentes financeiros, podem ser financiadores, controladores e estruturadores dos projetos em diferentes fases do ciclo de vida da PPP. Os resultados apontam que alguns *stakeholders* situados na esfera de controle, como o Ministério Público e o Tribunal de Contas, tendem a apresentar padrões de comportamento divergentes dos *stakeholders* demandadores e estruturadores, não raro levando à emersão dos custos de transação associados às PPP. Observa-se também que tais divergências são acentuadas nas fases de construção, financiamento, gestão e controle dos contratos. Tal fato pode se dar pelo fato de as instituições de controle não participarem ativamente das fases iniciais de enquadramento ou por resistências intrínsecas em relação às novas configurações de provisão de serviços públicos envolvendo atores privados. O exame da atuação dos *stakeholders* no âmbito das PPP na Bahia permite inferir que se encontra em curso um processo de acumulação progressiva de competências por parte das partes interessadas envolvidas, sobretudo nas fases iniciais do ciclo de vida dos projetos, muito em razão das experiências obtidas com iniciativas bem e malsucedidas ao longo dos últimos anos. Com efeito, os erros e os acertos vividos em certos projetos possibilitam a sedimentação de experiências e a disseminação de práticas para outros projetos além da unidade governamental em que a PPP é concebida. A fertilização cruzada entre os vários *stakeholders* envolvidos aparenta ser o mecanismo pelo qual saberes e práticas são compartilhados e apropriados pelas demais partes interessadas<sup>1</sup>.

Uma vez apresentados os principais atores estatais e não estatais que estão (ou estarão) envolvidos no processo de concessão para implantação de uma usina de dessalinização na região metropolitana de Fortaleza, mostra-se relevante destacarmos os principais aspectos relativos ao arranjo institucional de gerenciamento e execução que condicionam a viabilidade do projeto.

Afora as competências previstas para cada um dos principais atores estatais acima identificados, é bem de se assinalar que tanto a Lei Estadual nº 14.391/2009 como o Decreto Estadual nº 29.801/2009 e o Decreto nº 30.328/2010 contemplam em sua redação inúmeros dispositivos relacionados à autorização e regulamentação específica das concessões formalizadas pelo Estado do Ceará, pormenorizando aspectos da modelagem econômica, técnica e jurídica bem como as atribuições dos agentes envolvidos, de modo a orientar o comprometimento político com a concessão dos

---

<sup>1</sup>CABRAL et al. Os Papéis dos *Stakeholders* na Implementação das Parcerias Público-Privadas no Estado da Bahia EBAPE.BR, v. 14, nº 2, Artigo 6, Rio de Janeiro, Abr./Jun. 2016.

serviços a serem concedidos.

Por todo exposto, considerando-se a sistematização dos principais aspectos institucionais relacionados à presente concessão demonstra um resultado bastante positivo: tem-se um cenário institucional bem desenhado.

Diante dessas considerações, entendemos pela viabilidade institucional do presente projeto, sendo recomendável garantir a clareza das atribuições de todos órgãos acima considerados: outorga, gestão, monitoramento, controle e fiscalização do serviço.

## 2. Política

Passa-se a análise de viabilidade política dos Projetos de PPP no Estado Ceará.

Neste ponto deve-se verificar se o ambiente político (sobretudo no que se refere à atuação dos Poderes Executivo e Legislativo, tanto quanto às demais instituições representativas da sociedade) é favorável à PPP.

De forma geral, cumpre destacar que a crise hídrica vivida no Estado do Ceará<sup>2</sup> sensibiliza cenário político no que tange aprovações dos poderes envolvidos na viabilização do processo licitatório.

Para o estudo viabilidade política da Parceria Público Privada em questão faz-se importante considerar a estrutura dos poderes Executivo e Legislativo nos níveis municipais, estaduais e federais. Naturalmente, o nível estadual se torna mais relevante à medida que o projeto será concedido pela CAGECE com a interveniência do Governo do Estado.

### 2.1. Viabilidade Política – Poder Executivo

A pauta de dessalinização encontra-se em ampla discussão no Brasil, com destaque para atuação do Estado do Ceará e do Município de Fortaleza.

A PPP, nos moldes propostos, apresentará como poder concedente a CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará, sendo essa uma empresa estatal constituída sobre a forma de sociedade de economia mista que possui acionistas como o Município de Fortaleza e o Estado do Ceará. Este último é o acionista controlador, com participação majoritária.

A realização do certame passa pela vontade municipal e estadual de realizar um projeto desse porte. Uma vez que esses dois entes são acionistas do poder concedente, o Município de Fortaleza e o Estado do Ceará são os entes que orientam a CAGECE a solucionar o problema da crise hídrica. Ou seja, o sucesso do projeto depende, impreterivelmente, da vontade dos dois entes.

Ainda, notícias veiculadas apontam a vontade política de fazer com que o projeto aconteça, onde percebe-se o compromisso do Governo do Estado e do Município de Fortaleza em realizar o certame.

Em notícia veiculada pelo Ministério do Meio Ambiente apontou-se que “o *secretário de Recursos Hídricos do Ceará, Francisco José Teixeira, informou que o estado começa também a investir em dessalinização das águas marinhas. Até maio, segundo ele, será aberta licitação para contratar empresa que vai elaborar o projeto para a região metropolitana de Fortaleza*<sup>3</sup>”.

Ainda, algumas notícias veiculam proposta do Governo do Estado em financiar a

---

<sup>2</sup>Veja-se síntese do estado de crise hídrica elaborado pela CAGECE: <https://www.cagece.com.br/todospelaagua/crise-hidrica/>. Acesso em 24 de abril de 2018.

<sup>3</sup>Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=2970>. Consulta em 25 de abril de 2018.

CAGECE para ajudar a solucionar a crise hídrica vigente<sup>4</sup>.

Além disto, a dessalinização de água marinha tem sido mencionada há bastante tempo como uma possível fonte para diversificação da matriz hídrica do estado, tanto que, no Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará, elaborado em 2009, a dessalinização de água marinha foi incorporada em vários pontos do texto, como o exemplo abaixo, demonstrando que os objetivos deste Projeto tem raízes em uma política de Estado e não apenas de governo:

Esgotados os grandes e médios barramentos e a capacidade suporte da interligação do São Francisco, previstos para 2020, cabe perguntar: que outras fontes alternativas garantirão água para as futuras gerações? Será possível contar com a interligação da Bacia do Tocantins? **Ou será necessário iniciar, imediatamente, estudos de uso alternativo futuro dos processos de dessalinização da água do mar** para o abastecimento do inexorável crescimento da população e da indústria da Região Metropolitana de Fortaleza e da indústria do Porto do Pecém ?<sup>5</sup>

Ainda neste mesmo sentido, o Plano Fortaleza 2040, o qual estabelece estratégias a serem implementadas no curto, médio e longo prazo nas áreas urbanísticas, de mobilidade e de desenvolvimento econômico e social do município, tendo como horizonte o ano 2040, considera explicitamente a necessidade de Fortaleza contar com esta nova fonte como complemento a seu abastecimento. A presença das ações específicas abaixo em um documento de planejamento municipal de longo prazo, também demonstram o interesse e viabilidade política deste Projeto na escala municipal

Tabela 2.1 - Linhas de ação de Mananciais Alternativos previstas no Plano Fortaleza 2040.

**Quadro 21 – Linha de ação 4 – Mananciais alternativos**

| Nº     | AÇÃO  | META                      | INDICADORES      | PRAZO | LOCAL         | EXECUTOR                    |
|--------|---|---------------------------|------------------|-------|---------------|-----------------------------|
| SH.4.8 | Concepção de estudo de análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental da dessalinização da água do mar | 01 estudo                 | Estudo realizado | 2017  | Toda a cidade | SRH/ Cogerh                 |
| SH.4.9 | Construção e operação de planta de dessalinização   | 01 planta dessalinizadora | Planta operando  | 2022  | Toda a cidade | Concessionária dos serviços |

Fonte: Plano Fortaleza 2040: Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais / Prefeitura Municipal de Fortaleza. – Fortaleza : Iplanfor, 2016

Destaca-se também que no âmbito do governo estadual, que a viabilidade política do empreendimento se encontra favorecida pela existência do Conselho Gestor de Parcerias Público Privadas.

De acordo com a literatura especializada os Conselhos ou Unidades Gestoras de PPPs são *stakeholders* classificados como “*deliberantes, articuladores e estruturadores*”

<sup>4</sup>Cagece realiza 15 estudos de viabilidade para começar dessalinização de água do mar. <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2018/01/cagece-realiza-15-estudos-de-viabilidade-para-comecar-dessalinizacao.html> Consulta em 27 de abril de 2018

<sup>5</sup> Disponível em: [https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE\\_2018.pdf](https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE_2018.pdf)

*potencializam a capacidade do estado de formar uma carteira de projetos estruturantes sob o modelo de PPP<sup>6</sup>. Segundo esta linha de pesquisa, “as evidências sugerem que o estabelecimento de coalizões de stakeholders, lideradas por um órgão central; nesse caso a UPPP [unidade PPP] configura-se como aspecto importante para que as PPP possam avançar ao longo da cadeia e, talvez mais importante, proporcionar a internalização do aprendizado necessário para futuros projetos estruturantes, a exemplo dos legados gerenciais observados a partir da Copa do Mundo Fifa 2014 (TEIXEIRA e CABRAL, 2014)<sup>7</sup>”*

Há de igual forma sinalização de apoio por parte da municipalidade, como se observa em reportagem divulgada pela Federação das Indústrias do Estado do Ceará: “o Prefeito da Capital, Roberto Cláudio avalia que é de fundamental importância o pensamento de novas formas de garantir o abastecimento de Fortaleza e municípios da RMF. Em entrevista, ele lembrou das ações do governador Camilo Santana feitas em curto período dentro da região, que foram responsáveis para garantir água à população e evitar a necessidade de racionamento em meio à crise hídrica vivida pelo Ceará<sup>8</sup>”.

## **2.2. Viabilidade Política – Poder Legislativo**

Na divisão dos Poderes estabelecida pela Constituição da República Federativa do Brasil cabe ao Poder Legislativo, entre outras atribuições, a elaboração de leis e a fiscalização dos atos do Poder Executivo.

No âmbito da União, o Poder Legislativo é exercido pelo Congresso Nacional, que se compõe da Câmara dos Deputados e do Senado Federal. No âmbito dos Estados da federação este poder é exercido pelas Assembleias Legislativas, ao passo que, no âmbito municipal, tal poder é exercido pelas Câmaras do Vereadores.

No âmbito do legislativo federal, já se encontra consolidado marco regulador dos serviços de saneamento. Ressalta-se o destaque recente da temática da dessalinização, considerando-se especialmente o Projeto de Lei do Senado nº 259, de 2015 que propõe a alteração da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 para incentivar a dessalinização da água do mar e das águas salobras subterrâneas.

Em relação ao Poder Legislativo Estadual, destaca-se que o Estado do Ceará já conta com marco legislativo para realização de PPPs (vide tópico 6 deste documento). A atribuições de fiscalização do legislativo estadual estão previstas expressamente pelo art. 14, §2º da Lei Estadual nº 14.391 de 07.07.2009, segundo o qual o Conselho Gestor de Parcerias Público Privadas - CGPPP, remeterá à Assembleia Legislativa e ao Tribunal de Contas do Estado, com periodicidade semestral, relatórios circunstanciados de desempenho dos Contratos de Parcerias Público-Privadas, contendo, ainda, cópias dos contratos firmados e respectivos aditivos, se houver, e cópias dos contratos sociais ou estatutos sociais das pessoas jurídicas que tenham contratado com o Estado.

Há, portanto, segurança em relação a intervenção política no projeto, que deverá ocorrer

---

<sup>6</sup>CABRAL et al. Os Papéis dos Stakeholders na Implementação das Parcerias Público-Privadas no Estado da Bahia EBAPE.BR, v. 14, nº 2, Artigo 6, Rio de Janeiro, Abr./Jun. 2016.

<sup>7</sup>CABRAL et al. Os Papéis dos Stakeholders na Implementação das Parcerias Público-Privadas no Estado da Bahia EBAPE.BR, v. 14, nº 2, Artigo 6, Rio de Janeiro, Abr./Jun. 2016.

<sup>8</sup>Disponível em: <https://www1.sfipec.org.br/sites/numa/?st=noticia&id=103038> . Acesso em 24 de abril de 2018.

nos moldes e limites da legislação acima citada.

É preciso destacar que o Poder Legislativo atua diretamente do controle externo da Administração Pública – e por conseguinte, de suas licitações – com o auxílio dos Tribunais de Contas.

Assim, em virtude da grande complexidade e importância do objeto da PPP em estudo, a posição do Tribunal de Contas do Estado do Ceará é de fundamental importância para o sucesso da PPP, considerando-se o papel desta Corte na fiscalização e julgamento a boa e regular aplicação dos recursos públicos pelos administradores e demais responsáveis.

O alinhamento de entendimentos junto a Tribunais de Contas (ao lado de outros órgãos de controle como o Ministério Público e a Advocacia Pública) podem propiciar melhor desenvolvimento do certame licitatório e da execução do Contrato, conferindo-lhes maior legitimidade. Por outro lado, a divergência quanto a legalidade e economicidade da contratação podem gerar efeitos deletérios ao projeto. Como destacam Cabral *et al.*, ao analisar situação semelhante referente ao Estado da Bahia:

O papel de controle desses *stakeholders* por vezes se contrapõe aos demais órgãos pertencentes à estrutura estatal, frequentemente explicitando tensões e incertezas. Por exemplo, tais atores em geral questionam o conceito das referidas parcerias e resistem ao tratamento dos projetos de PPP como negócios que diferem do modelo de obras públicas até então monitoradas.

Segundo um entrevistado do alto escalão do governo da Bahia, o monitoramento ainda difuso aumenta a exigência de esclarecimentos e, em consequência, o custo para o estado, que precisa responder às recomendações oficialmente emanadas dos órgãos de controle, muitas delas descoladas da realidade de uma PPP. Deve-se registrar que o Ministério Público não participa da tomada de decisões do Conselho Gestor de PPP e só tem conhecimento dos projetos por meio do que é divulgado em audiência pública. A promotora entrevistada caracteriza o papel do Ministério Público do Estado da Bahia contrastando importantes diferenças na atuação do Ministério Público do Estado da Bahia e da PGE. Em sua fala, ela ensina que a PGE não questiona a conveniência e a oportunidade das decisões, sendo esses aspectos do interesse do MPE. Ressalta-se também que o Ministério pode atuar de ofício, ou seja, sem ninguém provocar, para indagar sobre quaisquer escolhas feitas no desenvolvimento dos empreendimentos. Tais depoimentos revelam que as divergências observadas entre distintos *stakeholders* contribuem para menor celeridade, geração de incertezas e aumento nos custos de transação associados às PPP observadas<sup>9</sup>.

A CAGECE tem dialogado junto ao Tribunal de Contas a fim de se obter sucesso no futuro controle certame, o que, acertadamente, traz a compreensão desse órgão da

---

<sup>9</sup>CABRAL *et al.* Os Papéis dos Stakeholders na Implementação das Parcerias Público-Privadas no Estado da Bahia EBAPE.BR, v. 14, nº 2, Artigo 6, Rio de Janeiro, Abr./Jun. 2016.

importância do projeto para a população que será abastecida com a água obtida pela operação da planta de dessalinização.

Ainda, para o caso da PPP de Dessalinização importante destacar que o Tribunal de Contas do Estado do Ceará já orientou a forma que os estudos e concorrência devem acontecer, nos termos do Processo nº 02496/2017-0<sup>10</sup>, o que já vem sendo cumprido no âmbito da presente PMI.

Por todo exposto conclui-se pela viabilidade política do projeto, considerando o alinhamento entre poder executivo e poder legislativo acima apontado, bem como pela atuação do Tribunal de Contas do Estado do Ceará – cujos condicionantes já foram antecipados nos termos acima.

---

<sup>10</sup>Conforme noticiado pelo TCE-CE. Disponível em: <https://www.tce.ce.gov.br/comunicacao/noticias/2734-revogada-medida-cautelar-em-processo-tratando-da-planta-de-dessalinizacao-de-agua-marinha-para-a-regiao-metropolitana-de-fortaleza>. Acesso em 24 de abril de 2018.

### 3. Financeira

Considerando que a modalidade escolhida para o projeto neste estudo é a Parceria Público Privada administrativa, sendo a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) o poder concedente, foi estabelecido que a receita decorrerá do recebimento de uma contraprestação fixa e variável, esta última sendo calculada pelo volume de água fornecido multiplicado por uma tarifa pré-estabelecida. A contraprestação fixa será calculada de forma a gerar uma taxa interna de retorno atrativa para o parceiro privado, remunerando tanto os investimentos, como os custos operacionais fixos. E em contrapartida a CAGECE terá assegurado suas receitas com os correspondentes volumes de água tratada e esgoto coletado.

Para chegar nos valores das contraprestações, foi projetado os investimentos e custos para construir e operar a planta de dessalinização, como segue abaixo:

Figura 3.1 - Cronograma investimentos mensal (R\$ MM)- Valores reais, sem inflação

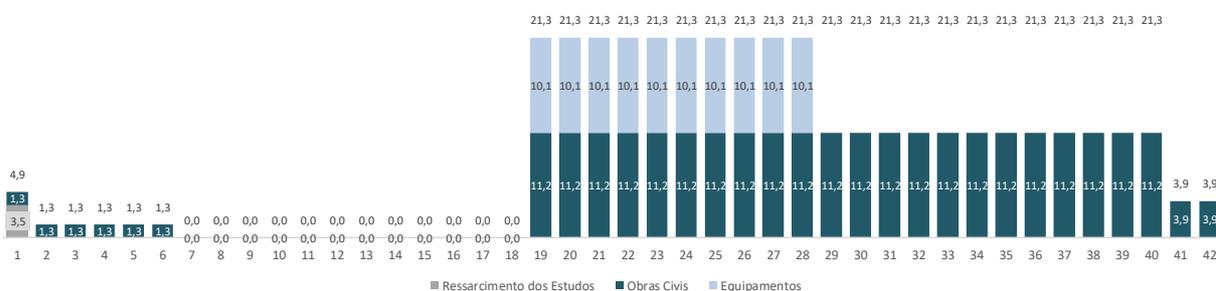
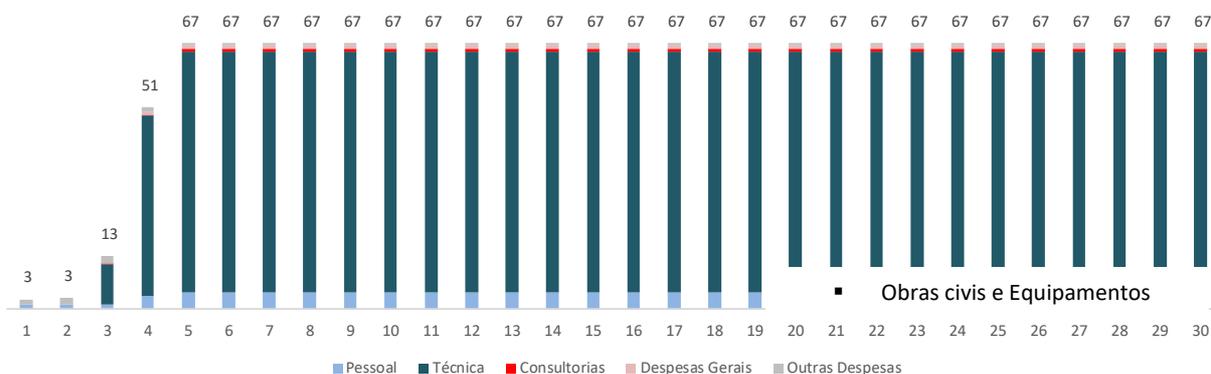


Figura 3.2 - Custos fixos e variáveis totais (R\$ MM) – Valores reais, sem inflação



Assim por uma metodologia iterativa, chegou-se nos valores de contraprestação necessário para chegar na TIR “atrativa para o privado”, chegando-se aos valores anuais de contraprestação mostrados na Figura 3.3, sendo a Parcela Fixa mensal de R\$ 5.592.580,00 e a Variável de R\$ 4.536.000,00.

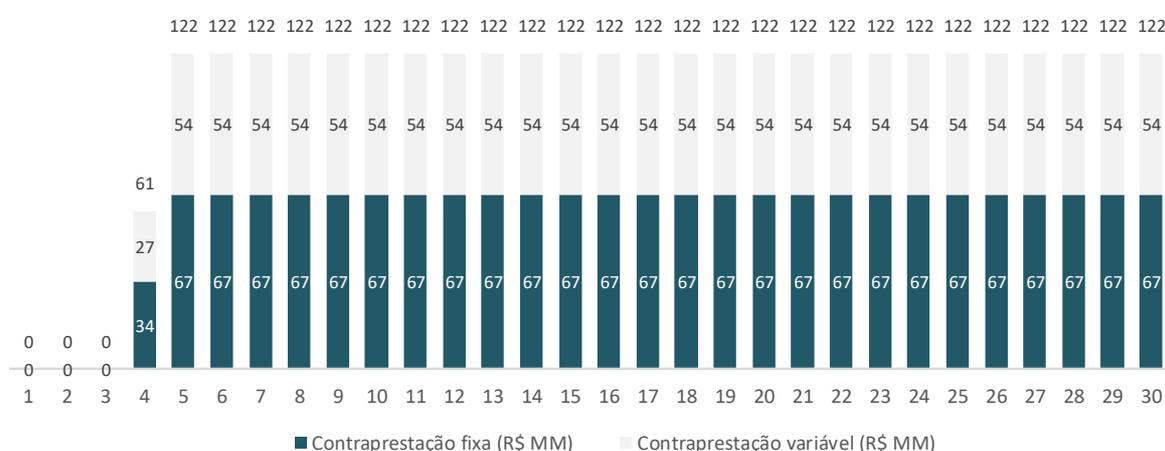
O volume de água produzida indicada no cálculo da parcela variável é resultante da razão de 95,89% da vazão máxima da estação de 1m<sup>3</sup>/segundo e considera ainda um pleno atendimento aos critérios de desempenho previstos em contrato.

Sob a ótica financeira, é importante destacar que em atividades intensivas de capital, como na infraestrutura, calcular a Taxa Interna de Retorno (TIR) dos projetos é importante para se definir a viabilidade dos investimentos, já que a partir do valor mede-se lucratividade, qualidade do projeto, capacidade de reinvestimentos, financiamentos, entre outros pontos. Ou seja, a TIR é o árbitro dos projetos de infraestrutura.

Assim, no presente estudo, a TIR de projeto esperada (WACC) para empreendimentos desta natureza é de 6,04%. Desta forma, o fluxo de caixa foi projetado, com base no cálculo iterativo das contraprestações, para uma TIR de 6,04%, em linha com a expectativa de retorno do setor.

Destaca-se também que, outros índices financeiros como endividamento, payback, etc. foram apresentados e estão dentro de parâmetros praticados no mercado nacional e internacional de saneamento.

Figura 3.3 - Contraprestações (R\$ MM) - Valores reais, sem inflação



Diante disso, conclui-se que o projeto, no cenário base, tem potencial de gerar valor financeiro, gerando receitas suficientes para cobrir os custos de capital e de operação da Concessionária. Destaca-se que no capítulo 9 – Fiscal é apresentado estudo demonstrando a capacidade da CAGECE em honrar os compromissos como o pagamento desta contraprestação ao parceiro privado pelos serviços prestados.

## 4. Econômica

Apesar de todo histórico de convivência da região nordeste com as condições que a escassez de água proporciona à região, os programas e projetos criados para minimizar esses efeitos ainda se mostram insuficientes para enfrentar os longos períodos de precipitação abaixo da média.

Os impactos causados pelas secas assim como os esforços relacionados a respostas emergenciais levam a altos custos financeiros para a sociedade.

Os números e resultados aplicados neste tópico tiveram como base estudos realizados pela Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) em parceria com o Banco Mundial, embasados em fontes oficiais da Produção Agrícola Municipal (PAM) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Paulo Bastos em sua tese Impactos da seca e análise de custos para o Nordeste do Brasil (2016) faz uma análise aprofundada dos custos das secas na agricultura aplicando duas metodologias<sup>11</sup>:

- Comparativo de indicadores chave de anos de seca contra níveis normais de precipitação, baseando-se no pressuposto de que os desvios na produção agrícola observados nos anos caracterizados por níveis anormalmente baixos de precipitação (em relação ao ano de referência) podem ser integralmente atribuídos a secas.
- Ferramentas econométricas e séries históricas de dados em nível municipal para inferir e atribuir certas mudanças em indicadores econômicos e sociais à ocorrência de secas com diferentes graus de severidade.

Para a mensuração de ocorrência de secas na região Semiárida, o estudo utilizou indicadores extraídos do Monitor de Seca do Nordeste, especialmente o SPI e o SPEI. Para o período de janeiro de 2000 a outubro de 2014. Concluiu-se que houve condições meteorológicas adversas em 2010, 2012 e 2013. Essa escassez de precipitação teve reflexo principalmente na disponibilidade de água observada nos reservatórios, que atingiram níveis alarmantes levando a um risco iminente de desabastecimento.

Os resultados das análises empíricas expõem a existência de impactos adversos severos na produção agrícola, impondo significativas perdas em culturas temporárias e perenes, assim como reduções nos números de bovinos e suínos, e na produção de origem animal como o mel e ovos. Essas estimativas sugerem perdas por volta de 13% caso analisado o período 2010-2014 e de 20% no período de 2012-2014.

O governo tem enfrentado esses períodos adversos através de uma série de ações emergenciais utilizando linhas de crédito especiais para mitigar as perdas econômicas e sociais. Outras medidas adotadas como renegociação de dívidas agrícolas, expansão de programas de apoio social e distribuição emergencial de água potável às comunidades rurais por carros-pipa, além de medidas mais estruturais de infraestrutura, como perfuração de poços, construção de barragens e fornecimento de equipamentos fazem parte das ações tomadas pelo governo, ONG's e empresas privadas. É estimado

---

<sup>11</sup>Conforme estudo "Secas no Brasil – Política e Gestão Proativas"

que durante a seca de 2012-2013 cerca de US\$ 4,5 bilhões em recursos federais foram alocados para essas ações emergenciais.

Além disso, estimativas indicaram queda de empregos e salários nos setores industriais e de serviços locais, apontando para a existência de efeitos colaterais negativos da seca sobre toda a economia local.

Os custos causados pelas secas na economia diferem de acordo com a o setor. Atividades dos setores industrial e de serviços independem das chuvas para serem desenvolvidas. No entanto, especificamente no setor industrial, mesmo as dependentes de matérias-primas agrícolas e pastoris, dispõe de alternativa dos mercados extrarregionais para assegurar a manutenção da produção.

Observa-se que pela implantação da Usina de Dessalinização de Fortaleza será viabilizado suprimento hídrico deste núcleo urbano com água de boa qualidade a partir de uma fonte segura e inesgotável, o que terá reflexos positivos sobre as atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo. Assim sendo, haverá um grande impulso no desenvolvimento local e regional, devido ao incremento do setor terciário da região, em função da maior disponibilidade de água potável, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Considerados estes fatores e a modelagem econômico-financeira proposta nos estudos produzidos no âmbito do PMI, é possível afirmar que a viabilidade econômica encontrada para o sistema foi baseada em três pilares (ou condicionantes):

- **Receita de Contraprestação:**

Pagamento de uma Contraprestação compatível com os serviços e a capacidade de garantias da CAGECE;

- **Adequação dos custos à qualidade de serviço:**

Equipe de pessoal otimizada e tecnicamente habilitada;

Licenças, projetos, consultorias e fiscalizações;

Operação e manutenção;

Necessidade de suportar avultados investimentos em:

Construção de infraestruturas capaz de atender as necessidades da CAGECE e população;

Máquinas, equipamentos e ferramentas;

Software, equipamentos e tecnologias de gestão e operação;

Formação de pessoal;

Manutenção de equipamentos para garantir que todo o sistema estará operacional ao fim dos 30 anos de concessão.

A utilização da água pela Região Metropolitana de Fortaleza provinda da Dessalinizadora poderá levar a uma melhor divisão da água bruta a regiões interioranas do estado do Ceará, trazendo a uma maior equidade no acesso a esse bem escasso, além de evitar estresses hídricos em todo o estado.

Em recente estudo do Instituto Trata Brasil em parceria com a Sabesp avaliou-se os impactos diretos causados pela evolução nos serviços de saneamento básico em setores da saúde, trabalho, valorização imobiliária e turismo. Durante um período de dez anos, 26,4 milhões de pessoas foram beneficiadas por melhorias do saneamento básico no

Brasil, onde foram economizados R\$ 146 bilhões (tabela a seguir apresenta este valor segregado por setor), que significa R\$ 7.614,53 por pessoa trazidos a valor presente pelo Wacc de 6,04% em um horizonte de 30 anos.

Com essas informações é possível criar uma estimativa de quanto a região metropolitana de Fortaleza seria beneficiada economicamente por setor com o projeto de dessalinização, que tem por finalidade prover serviço de abastecimento de água a população (cálculo foi apresentado no modelo econômico-financeiro na aba “Racional\_VfM”). Para explicar a metodologia de cálculo, utilizou-se como exemplo o setor de Saúde, que teve um gasto de R\$ 1,50 bilhão nos últimos 10 anos, assim foi considerado esse mesmo benefício ao longo dos próximos 30 anos (R\$ 0,15 bilhão/ano), e foi trazido a valor presente por uma taxa de desconto de 6,01% (WACC do projeto) e também foi considerado que 50% dos benefícios trazidos por ações no setor de saneamento são capturados, considerando uma vazão de água 30.240.000 m<sup>3</sup>/ano pelo abastecimento de água, chegando em um valor presente de R\$ 1,03 bilhão. Dessa forma dividimos este valor pelo número de pessoas que foram beneficiadas nos últimos 10 anos, que é de 26.400.000 pessoas, chegando em um valor por pessoa de R\$ 39,00/pessoa.

Para estimar o número de pessoas atendidas, dividimos a vazão de água produzida anualmente de 30.240.000 m<sup>3</sup>/ano pelo per-capta anual de 50,84 m<sup>3</sup>/ano/pessoa, chegando em um valor de 594.902 pessoas beneficiadas.

Assim, multiplica-se o número de pessoas beneficiadas pelo benefício por pessoa calculado, resultando em R\$ 23.174.800 de economia estimada ao longo dos 30 anos.

Com isso é possível criar uma estimativa de quanto a região metropolitana de Fortaleza seria beneficiada economicamente por setor com o projeto de dessalinização, que tem por finalidade prover serviço de abastecimento de água a população. Nesse caso foi considerado que 50% dos benefícios trazidos por ações no setor de saneamento são capturados pelo abastecimento de água. A tabela abaixo traz um resumo por setor desses benefícios estimados:

Tabela 4.2 – Resumo de benefícios gerados pelo Projeto.

| Setor                        | Benefícios devido a investimentos em saneamento em 10 anos (bilhões R\$) | Economia estimada com a Dessalinizadora em 30 anos (R\$) |
|------------------------------|--|--|
| Saúde                        | 1,5  | 23.174.800   |
| Excedente em Operações       | 8,5  | 131.323.866  |
| Turismo                      | 14,2   | 219.388.105  |
| Produtividade no Trabalho    | 22,2   | 342.987.037  |
| Excedentes dos Investimentos | 22,4   | 346.077.010  |
| Imóveis                      | 77,8   | 1.201.999.617  |
| <b>Total</b>                 | <b>146,6</b>   | <b>2.264.950.434</b>                                     |

Fonte: a partir de estudo do Instituto Trata Brasil (<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>) e dados do SNIS

Por fim, atendidas as condicionantes expostas, observa-se que o Projeto tem viabilidade econômica demonstrada pelo grande potencial para gerar valor para sociedade, com impacto na geração de empregos, melhoria na renda das famílias e efeito sobre as cadeias econômicas da região metropolitana de Fortaleza.

Destaca-se que no estudo 12 – Análise de Risco e *Value for Money*, é apresentado em detalhes todo o potencial econômico financeiro e social do Projeto além de demonstrar sua viabilidade.

## 5. Social

A seca enfrentada no Nordeste afeta de uma maneira severa e, por vezes, permanente as condições de vida da população dessa região. As incertezas trazidas pela carência de água para o uso humano, animais e produção agrícola desencadeiam problemas estruturais devido a desorganização das atividades econômicas conduzidas nas áreas da seca. A questões subjacentes a seca no nordeste referentes a impactos sociais podem ser abrangidas nos tópicos abaixo:

### 5.1. Saúde

Uma das medidas utilizadas pelo governo para amenizar os impactos da escassez de água é através do racionamento, no entanto no limite a população pode acabar optando pelo consumo de água dos açudes ou poços, que podem não apresentar uma qualidade adequada ao consumo, levando a problemas de saúde como a diarreia.

Outra consequência trazida pela seca é o problema da desnutrição que retarda o desenvolvimento corporal causando uma redução na produtividade dos trabalhadores dessa região se comparado aos índices históricos do sul e sudeste, dos quais são vezes menor do que a da região do Semiárido, assim como o aumento da mortalidade infantil.

### 5.2. Educação

Os efeitos da seca sobre a educação se traduzem nos baixos níveis de instrução e conseqüentemente de renda da população. A taxa de analfabetismo apresentada na região nordeste é demasiadamente mais elevada se comparado as regiões sudeste e sul, acontecendo o mesmo nos índices de renda.

### 5.3. Empregos

A seca expressa a impossibilidade de trabalho devido a problemas relacionados com a falta de água. Observa-se que em situações de crise hídrica os empregos são diretamente afetados, como exemplo podemos citar o setor turístico. Com a crise hídrica muitos turistas deixam de visitar a cidade e com isso hotéis, restaurantes e toda cadeia relacionada ao turismo sofre esse impacto. Podemos citar com um exemplo a Cidade do Cabo na África do Sul que atualmente está com seu sistema de abastecimento de água em colapso com graves conseqüências para a população e à uma das suas principais atividades econômicas que é justamente o turismo<sup>12</sup>.

### 5.4. Migrações

Nos últimos anos as migrações tomaram feições diferentes das acontecidas nas últimas décadas tendo caráter sazonal, em busca de empregos no Sudeste e Centro-Oeste durante as secas ou nos períodos de grandes safras dessas regiões. Terminado o período de seca nem todos os trabalhadores retornam às suas origens, deixando suas famílias na região nordeste.

Observa-se, dessa forma, a viabilidade social do projeto, que poderá gerar grandes benefícios para população da região metropolitana de Fortaleza, sobretudo no que diz respeito a saúde, educação e bem-estar da população.

Importante destacar que a água que eventualmente seria aduzida de outros sistemas

---

<sup>12</sup>Turismo da Cidade do Cabo sofre com seca e adota ações para evitar 'Dia Zero', disponível no link: <https://g1.globo.com/turismo-e-viagem/noticia/turismo-da-cidade-do-cabo-sofre-com-seca-e-adota-acoes-para-evitar-dia-zero.ghtml>

produtores (ETA Gavião e ETA Oeste) para a RMF poderá ser utilizada para outros fins tais como, a agricultura, fomentando o desenvolvimento ou a reativação da economia da região.

## 6. Jurídica

O presente tópico se destina à análise de viabilidade jurídica dos projetos de PPP no Estado do Ceará, como foco no objeto proposto para este estudo, qual seja, a implantação/construção e à operação de uma Planta de dessalinização de água marinha com capacidade de 1 m<sup>3</sup>/s, para a Região Metropolitana de Fortaleza.

Para tanto, destaca-se em primeiro plano que o Estado do Ceará possui marco legal de PPPs já consolidado, considerando-se que em 07 de julho de 2009, foi promulgada a Lei Estadual nº 14.391/2009, que instituiu normas para licitação e contratação de parcerias público-privadas no âmbito da Administração Pública do Estado do Ceará.

De outro lado, destaca-se também a autorização legal específica para oferta de garantias ao parceiro privado, na modalidade de vinculação de receitas do Fundo de Participações dos Estados e Distrito Federal (FPE). É o que se observa pelo teor da Lei nº 15.745, 29 de dezembro de 2014, que autoriza o Estado do Ceará, para fins de garantia do adimplemento das obrigações contraídas pelo Estado em contrato de parceria público-privada, nos termos do art.8º, inciso i, da Lei Estadual nº14.391, de 7 de julho de 2009, a vincular recursos do Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal – FPE.

Ainda, em consulta ao sítio eletrônico da Secretária de Planejamento do Estado do Ceará (SEPLAG)<sup>13</sup>, observa-se que este Estado possui experiência anterior na modelagem de PPPs, referente a concessão para REFORMA, AMPLIAÇÃO, ADEQUAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO ESTÁDIO CASTELÃO e que resultou na assinatura do Contrato de Concessão Administrativa nº001/2010.

Observa-se, portanto, a existência de arcabouço normativo e institucional que permitem a realização do projeto pretendido, sem a necessidade de grandes transformações em relação as regras e práticas já existentes.

Nesse cenário, vislumbra-se a viabilidade jurídica da Concessão, mediante o devido processo de planejamento e autorização administrativa, como toda e qualquer parceria público-privada.

Assim, nos termos previstos do art. 10 da Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, a CAGECE, com assistência do Estado do Ceará deverá instaurar processo administrativo no qual serão acostados os documentos que comprovam o cumprimento dos requisitos prévios à realização do procedimento licitatório para PPP, quais sejam: (i) autorização do Secretário de Estado competente; (ii) estimativa do impacto orçamentário-financeiro nos exercícios em que vigorar o presente contrato; (iii) declaração do ordenador da despesa acerca da compatibilidade das despesas com a lei de diretrizes orçamentárias e previsão do objeto no plano plurianual em vigor; (iv) estimativa do fluxo de recursos públicos suficientes para o cumprimento das obrigações contraídas.

Além disso, a licitação deverá ser precedida de Audiência Pública, nos termos do artigo 39 da Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Do mesmo modo, a concorrência deverá ser precedida de Consulta Pública, nos termos do artigo 10, inciso VI, da Lei Federal nº. 11.079, de 30 de dezembro de 2004.

---

<sup>13</sup> Disponível em: [http://www.seplag.ce.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1805&Itemid=1509#site](http://www.seplag.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1805&Itemid=1509#site)

Por fim, em virtude do disposto no art. 14 da Lei Estadual nº 14.391, de 7 de julho de 2009 a abertura da licitação e a outorga da CONCESSÃO deverão ser previamente aprovadas pelo Conselho Gestor de Parcerias Público-Privadas.

Observa-se não de tratar de entraves ao projeto, mas tão somente do cumprimento do devido processo licitatório.

Ainda diante do exposto, ressalta-se que o projeto será modelado para que, a um só tempo, propicie incentivos de eficiência e resultado bem como adequada distribuição de risco.

A eficiência é prevista na medida em que há avaliação de desempenho da Concessionária, previsão de remuneração variável de acordo com a disponibilidade dos serviços contratados. A previsão de prazos e obrigações contratuais de forma objetiva, bem como a previsão de instrumento amigável de solução de controvérsias.

A distribuição de riscos foi proposta dos termos da matriz contratual apresentada no Estudo 12. Os riscos foram alocados as partes que tiver melhor condição de suportá-lo ou de antecipá-lo, gerando assim a alocação eficiente de recursos e

É preciso destacar que a consideração dos riscos da PPP é ponto fundamental na viabilidade dos contratos, de modo a prever não apenas a responsabilidade de cada parte contratante em relação aos riscos, mas, principalmente, para que se prevejam medidas mitigadoras, neutralizando os efeitos negativos da materialização do risco ou impedindo que estes venham a, de fato, ocorrer.

Para esses fins foram desenhados cenários de distribuição de risco no Estudo 12, os quais foram base para redação da minuta contratual no que tange tais aspectos. Em relação aos resultados pretendidos com a PPP, o Termo de Referência anexo à minuta de Edital indica com grande detalhamento as obrigações e metas da futura Concessionária, para prestação dos serviços em alto nível de qualidade, com atendimento às expectativas do Contratante.

Por fim, em relação a possíveis condicionantes à viabilidade do projeto, tem-se a necessidade de conferir segurança jurídica para uso livre e desimpedido da área de instalação da planta de dessalinização, no local indicado pelo Termo de Referência.

O terreno em questão está localizado à Rua Francesco de F. Dângelo, situada na Praia do Futuro foi decretado como de utilidade pública e estando no momento em processo de desapropriação e está localizado em área classificada como Zona de Interesse Ambiental da Praia do Futuro (ZIA). Entende-se, quanto a este ponto, que o Projeto atende plenamente ao interesse público e social do Estado e da Região Metropolitana de Fortaleza, na medida em que se destina a assegurar o abastecimento de água local, inclusive em períodos de escassez de água.

Nada obstante, diante da exigência legal já citada, entende-se necessária que a Usina de Dessalinização seja declarada de interesse público e social pelo Município de Fortaleza, de forma a assegurar o estrito cumprimento das condicionantes ambientais presentes na Lei Complementar nº. 236/2017 e no Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012).

Ainda em virtude da localização da planta de dessalinização no Município de Fortaleza, poder-se-ia cogitar eventual influência da regulamentação municipal dos serviços do saneamento, especialmente no que diz respeito à disposição do art. 211 da Lei Orgânica do Município de Fortaleza<sup>14</sup>, que veda a concessão de serviço de saneamento à iniciativa privada, naquele Município:

Art. 211<sup>o</sup> - O Município deverá garantir progressivamente a toda população de Fortaleza, a prestação de serviços públicos de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

Parágrafo único - A prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário será exercida exclusivamente pelo Poder Público Municipal, podendo este autorizar sua concessão para os Poderes Públicos Estadual ou Federal, ficando proibida a privatização, concessão, subconcessão, permissão ou subpermissão privada desses serviços no âmbito do Município de Fortaleza.

Ocorre que os serviços objeto da PPP em estudo referem-se a prestações cujo usuário é a própria CAGECE, que contratará a Concessionária no exercício de sua liberdade empresarial e no interesse de garantir segurança hídrica para o Estado do Ceará, bem como viabilizar a execução de sua atividade fim no cenário de escassez hídrica. Dessa forma, afastam-se condicionantes e regulamentação Municipal do regramento da PPP em estudo.

O modelo de contratação via Parceria Público-Privada regido pela Lei nº 11.079/2004, que trata de duas modalidades específicas de concessões: a “concessão patrocinada” e a “concessão administrativa”, que têm escopos distintos quanto ao seu objeto, podendo ou não se referir à delegação de serviços públicos.

Neste contexto, é importante observar que a delegação contratual do exercício do serviço público é intrínseca à hipótese da concessão patrocinada, daí decorrendo, portanto, a existência da figura do “Poder Concedente” tal como sempre concebida, conforme §1<sup>o</sup>, art. 2<sup>o</sup>, da Lei 11.079/2004 (PPP):

§ 1o Concessão patrocinada é a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado.

Assim, a identificação da concessão patrocinada pressupõe cumulativamente os seguintes elementos: (i) delegação de gestão de serviço público, (ii) aplicação do sistema tarifário (cobrança de tarifas dos usuários) e (iii) contraprestação a cargo da Administração em complemento ao sistema tarifário, sendo este uma inovação em relação à hipótese de concessão comum, entendida como aquela cuja remuneração do concessionário advenha exclusivamente do sistema tarifário.

Por sua vez, o §2<sup>o</sup>, do art. 2<sup>o</sup>, da Lei de PPP introduziu a concessão administrativa no direito brasileiro, definindo-a nos seguintes termos:

---

<sup>14</sup>Disponível em: [http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Lei\\_Org%C3%A2nica\\_do\\_Munic%C3%ADpio](http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Lei_Org%C3%A2nica_do_Munic%C3%ADpio)

§ 2º Concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens.

A concessão administrativa, nas hipóteses em que não estiver operacionalizando uma delegação de serviço público, funciona como um instrumento para contratação de serviços complexos (art. 2º, parágrafo 4º, III, da Lei 11.079/2004) e de vulto a partir da técnica ou modelo concessório, sendo essa a nota de essência que caracteriza o gênero concessão (por todos, consultar: Vera Monteiro, Concessão, Malheiros; Fernando Vernalha Guimarães, Concessão de Serviço Público, Saraiva; Floriano de Azevedo Marques Neto, Concessões, Fórum).

Nesta linha, o escólio de Fernando Vernalha, *in* Pareceria Público-Privada, Saraiva:

A concessão administrativa (...) aproveita certas características da técnica concessória a atividades que não possam ou que não mereçam (por decisão político-administrativa) submeter-se ao sistema tarifário tradicional. Empresta-se-lhes a engenharia financeira complexa da concessão, na aceção de transferir para o concessionário certa margem para escolha dos meios (de financiamento, inclusive) à conclusão de obrigações de resultado.

Assim, desde que com as latitudes do direito positivo brasileiro devidamente ajustadas, a expressão “poder concedente” deve ser compreendida em termos, para alcançar o Poder Público também quando de concessões administrativas fora das quadras do serviço público. E nesse espectro figuram as sociedades de economia mista, uma vez que estas podem se utilizar da técnica concessória e contratar concessões administrativas, como de resto se extrai da Lei 11.079/2004 (por exemplo, arts. 1º, parágrafo único, e 28, parágrafo segundo) e da própria Lei Estadual 14.391/2009 (art. 1º, parágrafo único).

Convergindo para o caso concreto, o projeto da PPP de dessalinização da CAGECE diz respeito à construção e operação de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha, para o fornecimento de água para CAGECE, que então realizará o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, a partir de estações e redes suas. Ou seja, os serviços serão prestados diretamente à CAGECE que, neste caso, atuará na condição de contratante (e não na de poder concedente do serviço público de abastecimento de água potável. A Cagece pode ser tida como “poder concedente” da concessão administrativa, desde que essa expressão seja entendida sob o influxo das alterações legais promovidas no instituto da concessão).

Repisando, o que se pretende com o presente projeto de PPP é firmar um contrato que englobe a prestação de serviços e a execução de obra, nos termos do §2º, art. 2º, da Lei de PPP, para viabilizar outros meios de abastecimento de água, dotando especialmente a Região Metropolitana de Fortaleza dessa alternativa e desonerando, nessa medida, outras regiões dependentes do sistema hídrico convencional quando de estresses hídricos.

Em tese e dentro da lógica de atender ao interesse dos poderes concedentes em ter segurança hídrica nas respectivas concessões, a CAGECE poderia contratar a construção, por meio da Lei 8.666/93 (na verdade, hoje, pelos procedimentos da Lei 13.303/2016), para posteriormente operar a planta de dessalinização, arcando com os

riscos e encargos orçamentários e operacionais próprios desta específica solução. No entanto, há justificativas aderentes aos objetivos de interesse público e eficiência administrativa que indicam a adoção do modelo concessório no presente caso, conforme o *Value for Money* demonstrará.

Ultrapassadas essas questões acima levantadas, conclui-se pela viabilidade jurídica da PPP.

## 7. Técnica

A viabilidade técnica das soluções de dessalinização será demonstrada a seguir, a partir da demonstração das tecnologias passíveis de utilização.

Atualmente, existem vários processos de dessalinização da água, todos baseados na observação de fenômenos naturais de separação de água e sais. Assim, temos que os processos baseados na evaporação são a tentativa de imitar a natureza quando ela, por meio do sol, evapora a água do mar, as nuvens se formam e finalmente se desfazem na forma de chuva ou neve, permitindo-nos ter água doce em rios, lagos, poços, etc. O processo de dessalinização baseado no congelamento da água do mar é também uma consequência da observação da natureza. Nos polos, quando a água congela, o gelo não contém sais, deixando o mesmo na água do mar circundante. A observação de como as plantas absorvem a água da terra, ou como as células do nosso corpo absorvem água e eliminam as toxinas, resultou no aparecimento de processos de dessalinização da água usando membranas semipermeáveis. Assim, todos os processos de dessalinização das águas são baseados em alguns desses princípios elementares retirados da natureza. As diferenças entre os processos comerciais vêm da tentativa de ser o mais eficiente e econômico possível para realizar a separação de água e sais nas instalações. Sem tentar ser exaustivo, os processos de evaporação mais importantes que existiram atualmente são os seguintes: a Evaporação Instantânea Multietapa, a Evaporação por Multiefeito, a Compressão da Mecânica do Vapor, a Termo compressão do Vapor e a Destilação solar. Entre os principais processos de dessalinização com membranas estão a Osmose Inversa, a eletrodialise reversível e a nanofiltração.

Em seguida, explica-se como cada um deles funciona.

### 7.1. Evaporação Instantânea Multietapa (MSF)

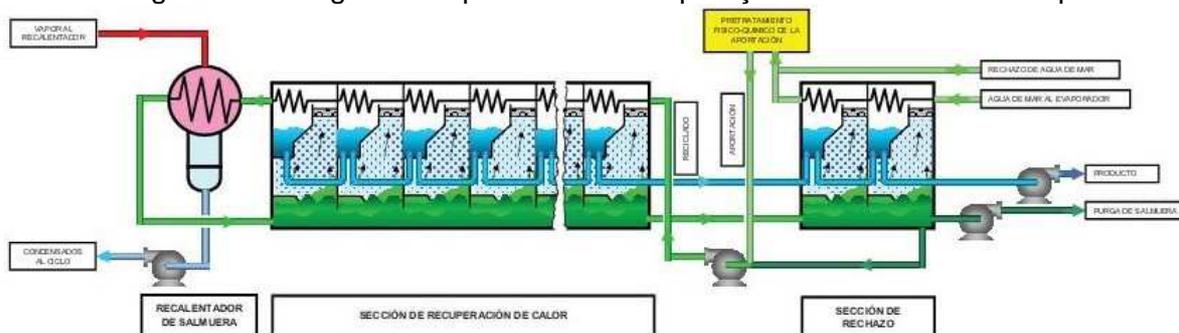
O processo de Evaporação Instantânea Multietapa é também conhecido por sua sigla em inglês M.S.F. que correspondem ao nome de Multistage Flash Evaporation.

A ideia desse processo é destilar a água do mar e condensar o vapor obtido, recuperando o calor latente para aquecer mais água do mar que, posteriormente, evaporará. Se a transmissão de calor fosse com área infinita e número infinito de estágios e não houvesse perdas, uma vez iniciado o processo, não haveria mais calor e o processo se manteria, mas como isso é termodinamicamente impossível, é necessário ter uma fonte externa de energia, que forneça o aumento de temperatura necessário para iniciar o ciclo.

Olhando para o fluxograma na Figura 7.1, descreve-se como o processo ocorre. Três seções são distintas, uma é a seção de rejeição de calor, outra é a seção de recuperação de calor e finalmente há o reaquecedor. Para explicar este processo, vamos do ponto "A" localizado no Reciclado para a saída do reaquecedor. Neste ponto, o Reciclado está na temperatura máxima admissível do ciclo e é introduzido no primeiro estágio do evaporador a partir do fundo. Ao entrar neste estágio, o Reciclado é encontrada com uma pressão menor do que a correspondente à saturação em sua temperatura, pelo que uma parte evapora "instantaneamente" para tentar equilibrar e ajustar sua temperatura à pressão que surge na etapa. O vapor liberado passa pelos demersters, cujo objetivo é eliminar as gotículas de salmoura que podem ter sido arrastadas pelo vapor, no processo de evaporação abrupta. Subsequentemente, o vapor condensa na superfície externa dos tubos do condensador do estágio, pingando na bandeja sob a serpentina de tubos, onde é coletado. O Reciclado que permanece na parte inferior do estágio sem evaporação, vai para a próxima etapa, encontrando-se novamente com uma pressão menor que a de

saturação na temperatura que se encontra, repetindo o já explicado ciclo de evaporação e condensação, nela, e no restante das etapas seguintes até chegar à última. A água marinha captada circula pelos tubos da seção de rejeição de calor, servindo como fluido frio para condensar o vapor produzido nessas etapas. Na saída dos estágios de rejeição de calor, a água marinha aumentou sua temperatura e parte dela é devolvida ao mar como água rejeitada e outra parte é adicionada ao ciclo após ser desgaseificada e quimicamente tratada para evitar corrosões e incrustações, esta fração de água é chamada de Aporte. A vazão de Aporte, mais uma parte da salmoura remanescente na última etapa são misturados formando o Reciclado, o qual é introduzido, através da bomba de reciclado, no interior dos tubos das etapas da seção de recuperação de calor, servindo de fluido frio para condensar o vapor que é formado em cada estágio. Este reciclado irá aquecer conforme se move em direção ao primeiro estágio. Na saída dos tubos desta primeira etapa, atingiu a maior parte da temperatura necessária para iniciar o ciclo, graças ao calor recuperado, porém ainda falta um diferencial de temperatura que adquire no reaquecedor para atingir a temperatura máxima do ciclo. Para isto se utiliza a condensação de um vapor externo (fonte de calor) para aquecer o reciclado até a referida temperatura máxima. O condensado do reaquecedor é retornado ao ciclo térmico de onde procede o vapor.

Figura 7.1 - Diagrama do processo de evaporação instantânea Multietapa



O produto de água obtido em cada estágio é passado para o próximo através de um sistema de hidráulico fechado. Essa água também deve ser equilibrada com a pressão que prevalece em cada estágio, evaporando parcialmente e retornando à condensação na superfície dos tubos da etapa. Ao atingir o último estágio do evaporador, o produto atingiu a temperatura mínima e forneceu todo o seu calor sensível. A partir da bandeja do produto deste último estágio, o produto é extraído por uma bomba e enviado para o tanque de armazenamento.

Para manter o equilíbrio salino do evaporador, uma vez que está continuamente introduzindo uma quantidade de água marinha com sais através do Aporte marinho, é necessário extrair a mesma quantidade de sais para evitar sua acumulação no interior e que as correntes se concentrem. Para isso, fazemos uma purga de salmoura no ponto de máxima concentração de sais, que é a salmoura da última etapa.

Devido ao conteúdo de ar e gases da água do mar, uma vez que estes não são completamente eliminados no pré-tratamento a que foi submetido e que, por outro lado, um grande número de etapas funcionam sob condições de vácuo, normalmente há entrada de ar a partir do exterior através dos poros, flanges, equipamento, etc., sendo necessário extrair os gases incondensáveis para evitar que se acumulem no interior do evaporador, fazendo com que perca desempenho. Para isso são instalados um equipamento de vácuo e uma rede de captação nos estágios. Este equipamento é normalmente formado por ejetores com condensadores barométricos ou de superfície.

Os parâmetros característicos mais importantes relacionados a este processo são os seguintes:

- **Relação de Economia ou Economia ou Desempenho ou Índice de Economia ou ER**

É a relação entre a quantidade de produto obtida por cada unidade de calor introduzida no evaporador, medida em lb-produto/1000 BTU que coincide aproximadamente com kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 95 e 120 °C, o que é o normal.

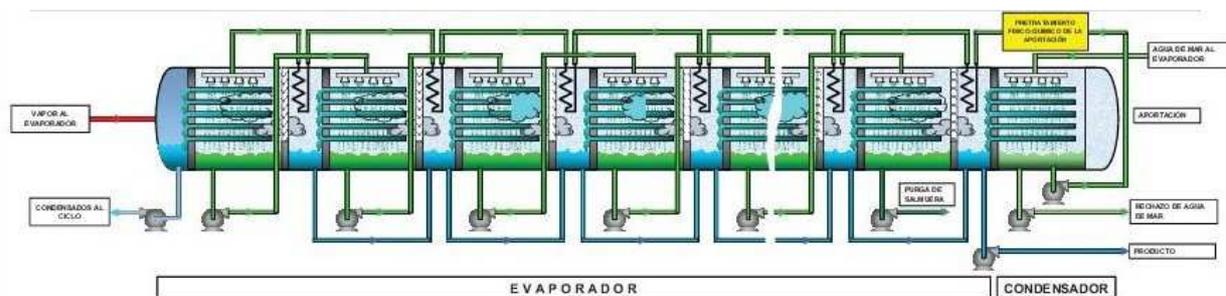
- **Fator de concentração**

É razão entre a concentração do Reciclado e a concentração da água marinha, ambas expressas em mg/L ou ppm.

## 7.2. Evaporação Multiefeito

O processo de evaporação multiefeito em tubos horizontais é também conhecido pelo seu acrônimo em inglês HTME que corresponde ao nome de Horizontal Tube Multiefect Evaporation.

Figura 7.2 - Processo de evaporação multiefeito



A ideia desse processo, como toda destilação, é evaporar a água do mar, condensar o vapor obtido e recuperar o calor latente de condensação do vapor para aquecer mais água para que evaporaremos novamente. Olhando para a Figura 11, descreveremos como o processo ocorre. O evaporador é dividido em duas seções: o condensador, que é o ponto mais frio do evaporador e os efeitos, sendo o primeiro efeito o foco quente do ciclo térmico. Para explicar este processo, começaremos com o primeiro efeito. O vapor que é fornecido como uma fonte de energia, geralmente de baixo grau, condensa-se dentro dos tubos enquanto, no exterior, pulverizamos a água do mar que atua como um fluido frio, o qual se aquece para atingir a temperatura máxima e se evapora parcialmente. O vapor produzido neste primeiro efeito passa pelos separadores de pingos (demisters), para remover o arrasto de salmoura que pode transportar e entra no interior dos tubos do próximo efeito onde irá condensar, evaporando também uma parte da água do mar que está sendo pulverizada do lado de fora dos tubos. Esta água que é pulverizada vem da água do mar não evaporada do primeiro efeito e é conhecida como Alimentação. No efeito se encontra com condições de pressão inferiores às do efeito anterior, por sua vez, sofre um processo de evaporação instantânea para atender as condições predominantes no efeito e também pela condensação do vapor no interior dos tubos, que cedem seu calor de condensação, evaporando a mesma quantidade de água. Em conclusão, o vapor produzido em cada efeito procede da evaporação devido ao desequilíbrio térmico entre os efeitos e pela condensação do vapor dentro dos tubos. Este processo se repete de efeito em efeito, reduzindo cada vez mais a temperatura na qual ele ocorre e diminuindo a pressão correspondente dentro de cada efeito, até chegar

ao último que é o condensador final. Neste condensador o vapor produzido no efeito anterior condensa, mas como a quantidade de água do mar usada para condensá-lo é muito grande, não é produzido vapor, aquecendo apenas a água do mar; é o foco frio do ciclo térmico. Na saída deste efeito/condensador, o fluxo de água do mar quente é dividido em dois, um é o rejeito e que é devolvido ao mar, enquanto o outro é o aporte que é aquele bombeado para os efeitos anteriores em sentido ascendente, desde o penúltimo efeito ao primeiro. Este aporte de água é introduzido dentro de trocadores de calor existentes em cada efeito e que utilizam uma parte do vapor produzido para aquecer a vazão de aporte, até atingir o primeiro efeito onde atinge a temperatura máxima que lhe permite continuar o ciclo. Como já foi dito no início, neste primeiro efeito a água quente é pulverizada na parte externa dos tubos, aumentando sua temperatura e evaporando uma parte. A água do mar que não evaporou e permanece nesse efeito é a que é bombeada para os efeitos seguintes, pulverizando a parte externa dos tubos.

O efeito anterior ao condensador é onde a água do mar está mais concentrada, uma vez que anteriormente foi parcialmente evaporada nas outras câmaras. É onde faremos a purga da salmoura para manter o equilíbrio salino do evaporador.

O vapor condensado no primeiro efeito retorna ao ciclo externo de onde vem, pois é o condensado do vapor condutor. O condensado do segundo e dos seguintes é o Produto, que está sendo circulado de um efeito para outro, pondo-se em contato, a cada vez, com uma pressão mais baixa, para que uma parte da água produzida evapore para equilibrar as pressões e as temperaturas. Este vapor é incorporado com o resto dos vapores produzidos no efeito e condensados no seguinte. Desta forma, quando o fluxo de Produto atinge o condensador final, está na temperatura mais baixa possível. A partir daqui é extraído por uma bomba de produto, enviando-o para o tanque de armazenamento da planta. Como a água do mar no processo de evaporação vai liberando os gases que podem ter permanecido, e como o evaporador trabalha no vácuo, sempre há vazamentos e entradas de ar através dos poros, equipamentos e instrumentos, esse ar se acumularia no interior, dificultando a transferência de calor e causando a perda de desempenho. Para isto, existe um sistema de aberturas em cada efeito, sendo os incondensáveis extraídos por um equipamento a vácuo.

A água de Aporte, antes de introduzi-la no evaporador, é tratada quimicamente para evitar as incrustações. O tratamento usual é a desgaseificação e a adição de um inibidor de incrustações.

Os parâmetros característicos mais importantes relacionados a este processo são os seguintes:

- **Relação de Economia ou Economia ou Desempenho ou Economy Ratio ou ER**

É a relação entre a quantidade de produto obtida por cada unidade de calor introduzida no evaporador, em lb-produto/1000 BTU, equivalente aproximadamente a kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 80 e 120 °C, o que é o habitual.

- **Fator de concentração**

É o quociente da divisão da concentração da purga da salmoura pela concentração da água do mar. Ambos expressas em mg/L ou ppm.

### 7.3. Compressão de Vapor

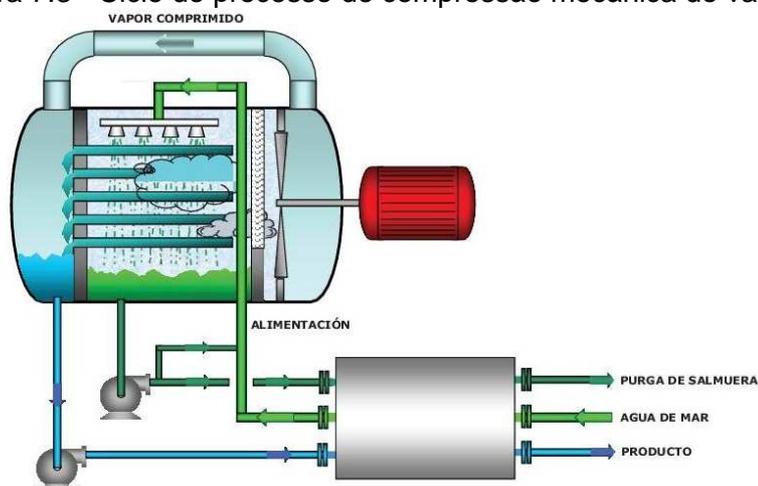
Dentro da denominação de Compressão de vapor há dois tipos diferentes de processos: Um comprime o vapor pela ação de um compressor mecânico acionado por um motor, conhecido como Compressão Mecânica de Vapor, ou por sua sigla em Inglês M.V.C. Mechanical Vapour Compression. O outro procedimento comprime o vapor por meio de um ejetor-compressor, movido por um vapor de média pressão, é o procedimento conhecido como Ejetor Compressão de Vapor, ou por sua sigla em inglês T.V.C. que corresponde à Thermal Vapour Compression.

#### 7.3.1. Compressão Mecânica de Vapor

Vamos começar explicando o processo de Compressão Mecânica de Vapor seguindo o diagrama da Figura 7.3. Em uma usina deste tipo há três seções importantes: um compressor acionado por um motor, um evaporador que pode ser de um ou vários estágios e um trocador de calor líquido/líquido.

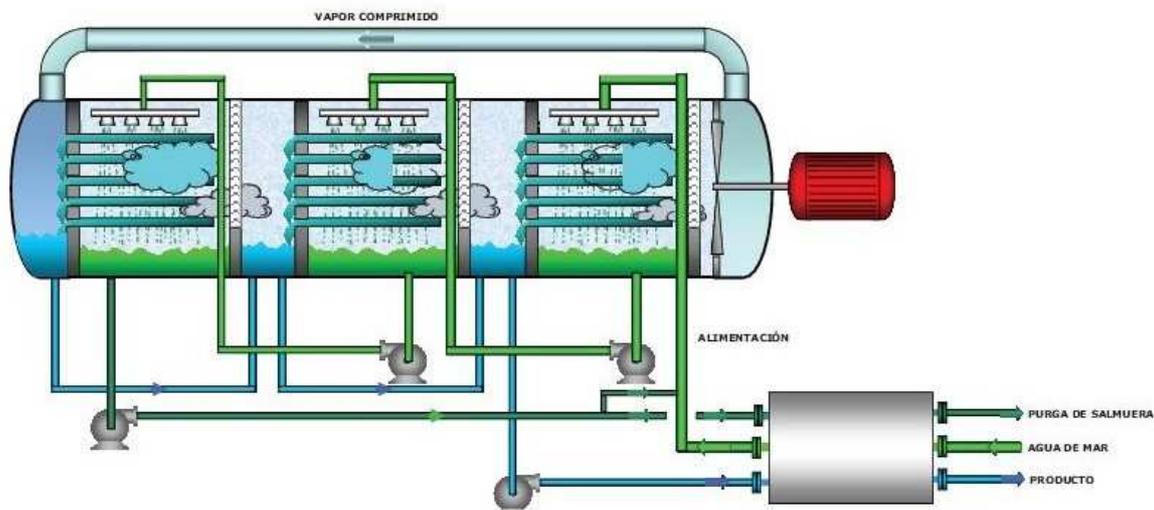
A água do mar é passada pelo trocador de calor, onde é aquecida. A água do mar é fornecida ao ciclo na sua totalidade, para a qual é misturada com uma parte da salmoura e forma a alimentação, que é bombeada para o evaporador, sendo pulverizada, através de bicos, nos tubos do condensador. Esta alimentação se aquece até atingir a temperatura de saturação correspondente à pressão dentro do evaporador e, como continua a absorver calor, uma parte evapora. O vapor formado passa através de uma malha separadora de gotas (demisters), entra na sucção do compressor, que o comprime até atingir uma pressão mais alta, tornando-se um vapor reaquecido. Este vapor é introduzido dentro dos tubos do evaporador, onde primeiro perde seu calor sensível e depois se condensa, cedendo o calor para a alimentação que está caindo do lado de fora dos tubos. O produto é extraído por uma bomba de produto e, como ainda transporta calor sensível, é resfriado no trocador de calor de placas, aquecendo a água do mar que é incorporada ao ciclo. O aporte que não evaporou cai ao fundo do evaporador de onde é extraído por meio de uma bomba, dividindo-se em duas correntes; uma que é a que se mistura com a água do mar de aporte para formar a alimentação e, a outra, que é a purga de salmoura necessária para manter o equilíbrio salino. Como a purga ainda tem calor sensível, ela é resfriada no trocador de placas, onde cede seu calor à água do mar que entra no evaporador. A água marinha antes de ser introduzida no ciclo é desgaseificada e tratada quimicamente para evitar incrustações e corrosão. Existe também um equipamento de vácuo que consiste em uma bomba de vácuo para extrair os incondensáveis de dentro do evaporador.

Figura 7.3 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor



Neste processo é possível colocar até três evaporadores em série, deixando o diagrama como mostrado na Figura 7.4, abaixo.

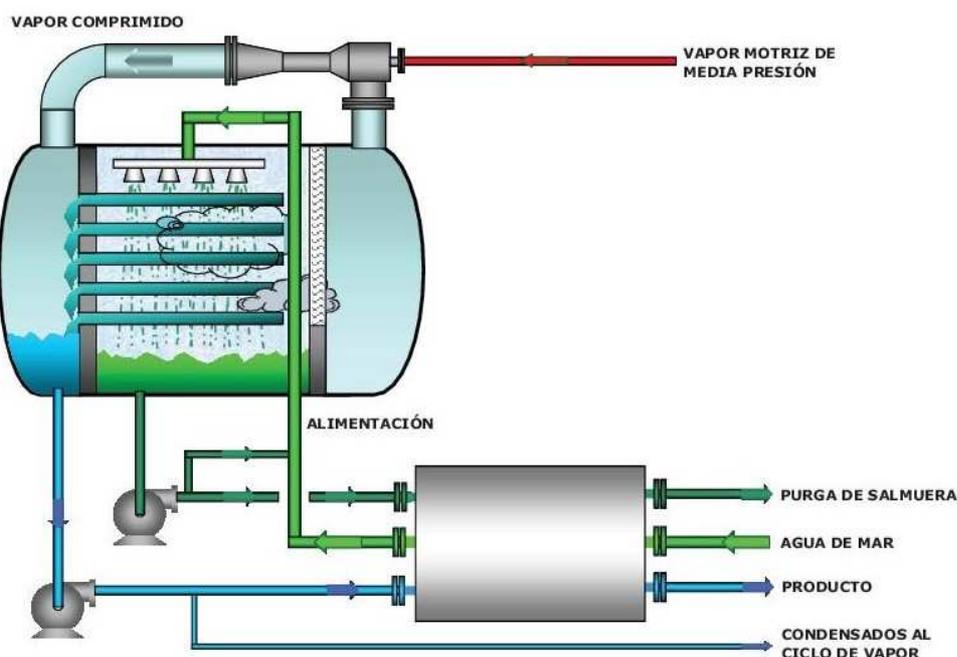
Figura 7.4 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor (Multietapa)



### 7.3.2. Ejeção de Compressão de Vapor

O processo de Ejeção de Compressão a Vapor é o mesmo da Compressão Mecânica a Vapor, substituindo o compressor por um ejetor que funciona com vapor motriz externo, veja a Figura 7.5. A diferença mais importante é que no ejetor de vapor se misturam o vapor externo com o vapor produzido no interior da câmara, portanto, o produto obtido deve ser dividido em duas correntes: uma que tem a mesma vazão mássica que o vapor motriz utilizado e que é devolvido para a caldeira de produção de vapor, esta corrente é chamada Condensado. Já a outra corrente é o produto líquido obtido.

Figura 7.5 - Ciclo de processo de ejeção de compressão de vapor



Os parâmetros característicos da Compressão de Vapor são os seguintes:

- **Relação de compressão**

É a relação entre a pressão de saída do compressor e a do interior do evaporador ou a pressão na sucção. Neste tipo de plantas, a taxa de compressão é geralmente baixa de 1,25 a 1,35, aproximadamente.

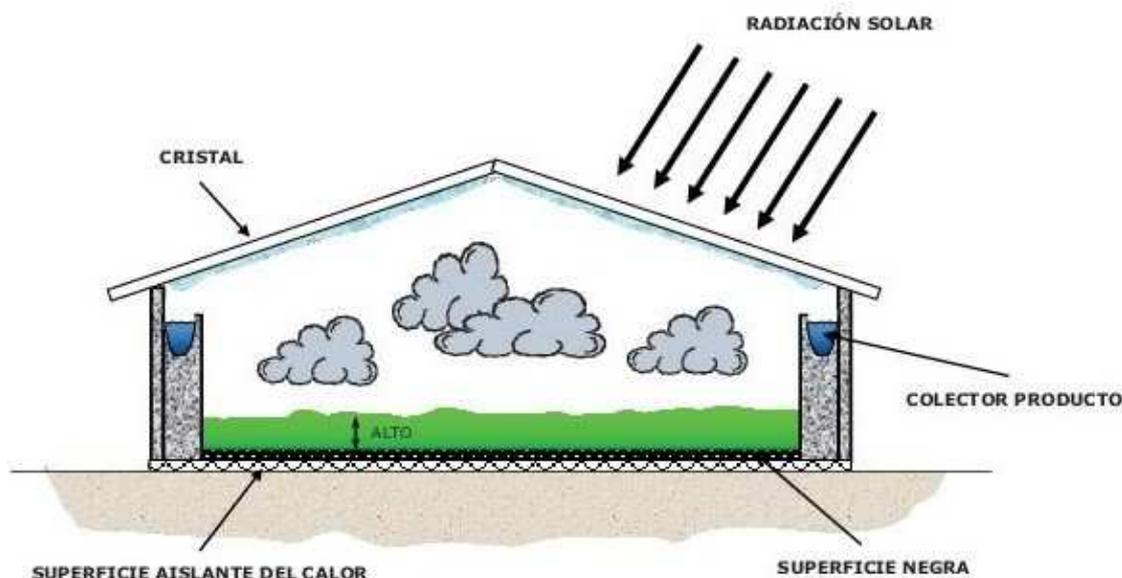
- **Fator de concentração**

É o número resultante da divisão da concentração da purga de salmoura entre a concentração da água do mar, ambas expressas em mg/L ou ppm.

## 7.4. Destilação Solar

A Figura 7.6 mostra um esquema básico de um módulo de Destilação Solar. Trata-se de uma "pequena piscina" baixa, totalmente fechada, cujo telhado é formado por placas de vidro transparente; O chão é formado por duas camadas, uma é um material isolante de calor e, sobre ela, é colocada uma superfície negra que absorve todas as radiações que lhe chegam.

Figura 7.6 - Diagrama da planta de destilação solar direta



Neste módulo, a água do mar é introduzida em quantidade suficiente para atingir uma altura de 5 a 30 cm. A radiação solar passa através do vidro, refletindo uma pequena parte dele, o restante alcança a água do mar onde outra parte é absorvida, capturando o restante pela superfície negra, que se aquece, enquanto aquece a água do mar, produzindo vapor. A mistura de vapor e ar quente sobe devido a sua menor densidade e quando atinge o vidro mais frio, condensa, escorrendo pelo plano inclinado do vidro e coletado pelo coletores localizados nas laterais do módulo de onde é extraído. Uma vez que o vapor tenha se condensado na superfície do vidro e resfriado o ar, ele desce novamente à medida que sua densidade aumenta, aquecendo a superfície da água e saturando-a com umidade, repetindo o ciclo novamente.

Periodicamente, uma purga é feita para evitar a sedimentação de sal o que reduziria o desempenho do sistema.

Este processo tem grande variabilidade na produção, dependendo da hora do dia, das estações do ano e das condições climáticas, isso limita seu uso para resolver grandes

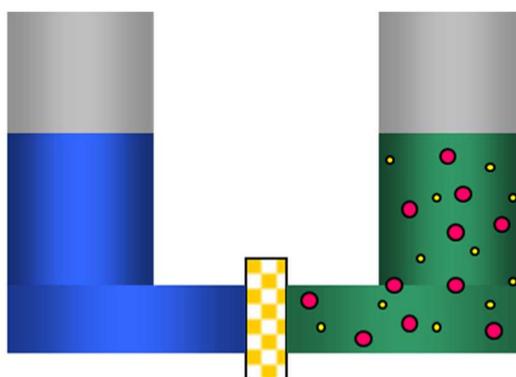
necessidades de água. No entanto, pode ser adequado quando se trata de obter água potável em áreas onde não há fonte de energia e onde, além disso, meios adequados para a operação de uma planta mais complicada não estão disponíveis. Existem plantas experimentais deste tipo na Ilha Aldabra no Oceano Índico, no Chile, na Ilha de Patmos (Grécia), na Austrália e nas Ilhas do Pacífico.

## 7.5. Osmose Inversa ou Osmose Reversa

O processo de Osmose Inversa (OI) é explicado nas figuras abaixo.

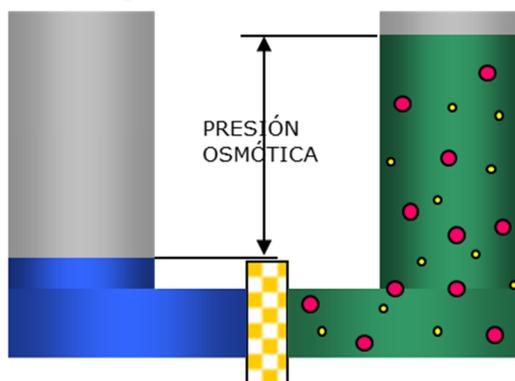
A Figura 7.7 mostra dois vasos comunicantes separados por uma membrana semipermeável, isto é, uma membrana que permite apenas a passagem de água, não sais.

Figura 7.7 - Vasos de comunicação



Se no copo à esquerda colocarmos água pura e à direita água com sais dissolvidos, o fenômeno da osmose ocorrerá. Este fenômeno consiste no aparecimento de uma pressão sobre a membrana semipermeável do lado da água pura para a solução salina, através da qual as moléculas de água atravessam a membrana semipermeável em direção à solução salina, tentando reduzir sua concentração. Não é que não existam moléculas de água na solução salina que passem para água pura, mas o balanço do número de moléculas de água que passa através da membrana é favorável na direção da água pura para a solução salina. Este é o processo de osmose, e com isso o que conseguimos é perder água pura e aumentar a quantidade de água salgada, até que a coluna de água entre os dois vasos seja tal que a pressão do líquido no lado da salina seja igual a pressão osmótica, deixando os vasos como mostra a Figura 7.8 em equilíbrio.

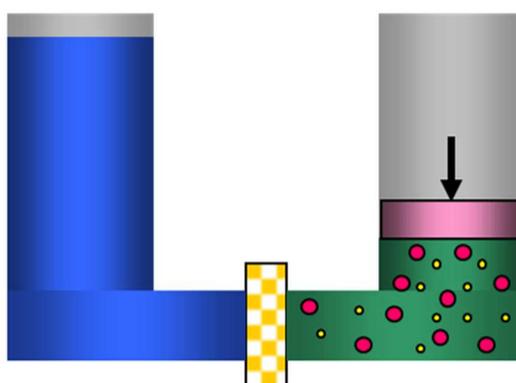
Figura 7.8 - Osmose Direta



O que realmente acontece é que, uma vez que as pressões osmótica e hidrostática em ambos os lados da membrana são equalizadas, o número de moléculas de água que passam por ele em uma direção é igual ao número de moléculas que passam por ele na outra, permanecendo iguais, desta forma em equilíbrio.

Se neste mesmo processo de osmose, Figura 7.8, colocamos um êmbolo na superfície da solução salina e exercemos uma pressão mecânica sobre ela, quando chegarmos a equalizar os níveis de líquido em ambos os vasos, a pressão exercida sobre o êmbolo será igual a pressão osmótica da solução salina inicial. Se continuarmos a aumentar a pressão, o equilíbrio é revertido, e forçamos mais moléculas de água a passar da solução salina, o vaso à direita, para o lado da água pura, o vaso à esquerda, Figura 7.9. Ou seja, obteremos água pura da solução salina. Este processo é conhecido como processo de osmose inversa e é aplicado para dessalinizar as águas salobras e marinhas.

Figura 7.9 - Osmose Inversa

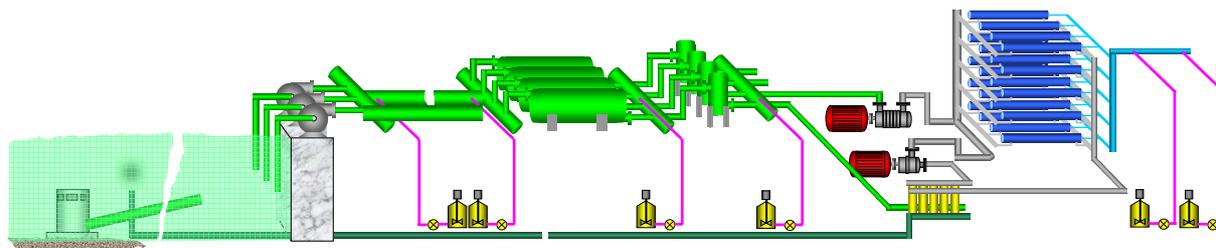


PRESIÓN EJERCIDA > QUE LA PRESIÓN OSMOSTICA

A Figura 7.10 mostra o processo comercial de osmose inversa (OI). É um diagrama simplificado de uma planta de OI de água do mar de uma etapa com um pré-tratamento que consiste em filtros de multimídia+filtros de cartucho. A água do mar é bombeada por meio de uma bomba de coleta, em direção aos filtros multimídia, onde a matéria em suspensão é eliminada; então, essa água filtrada é passada através dos microfiltros do cartucho com um passo de menos de 5 microns nominais, a partir daqui uma bomba de alta pressão é alimentada, que é encarregada de fazer o "pistão" da solução salina, dando a pressão necessária para ocorrer o processo de osmose inversa.

A pressão de trabalho das membranas para a água do mar é entre 65 e 70 bar, tendo em conta que a água do mar tem uma pressão osmótica entre 25 e 30 bars, a pressão necessária para o OI é de duas vezes e meia a pressão osmótica. A razão é que, durante o processo de osmose inversa, a água do mar é concentrada dentro das membranas, aumentando assim sua pressão osmótica, o que significa que a rejeição da salmoura tem uma concentração de sais quase duas vezes maior que a da água do mar, o que implica pressões osmóticas entre 55 e 60 bar.

Figura 7.10 - Diagrama geral de uma planta de OI



Para água salobra, a pressão de trabalho depende da concentração e tipo de sais dissolvidos, e a pressão na qual as membranas devem trabalhar deve ser estudada em cada caso. Na prática, varia entre 8 e 30 bars.

Um parâmetro importante no projeto das instalações de dessalinização de OI é o chamado "fator de conversão", que é o nome dado ao resultado da divisão do fluxo de água permeada (água dessalinizada ou osmotizada) pelo fluxo de água de alimentação para as membranas. O fator de conversão depende do tipo de sais dissolvidos, do pré-tratamento utilizado e da quantidade de água do mar que pode ser concentrada sem precipitar os sais.

O fator de conversão da água do mar é entre 45 e 55%, ou seja, a cada 100 m<sup>3</sup> de água do mar que é introduzida nas membranas, obtém-se entre 45 e 55 m<sup>3</sup> de água permeada. No entanto, para águas salobras, esse fator pode chegar a 85%.

A salmoura na saída das membranas ainda tem muita pressão, já que a perda de pressão dentro dos tubos de pressão contendo as membranas de osmose inversa é pequena, entre 2 e 3 bar. Para recuperar essa energia, a salmoura é conduzida para um sistema de recuperação de energia. Atualmente, os sistemas de recuperação de energia de salmoura usados em instalações de dessalinização de água salgada e salobra são os turbo-compressores e sistemas de troca de pressão (SIP). Outros sistemas de recuperação de energia, como a bomba invertida, Turbina hidráulica do tipo Pelton ou Francis, também são encontrados em algumas instalações.

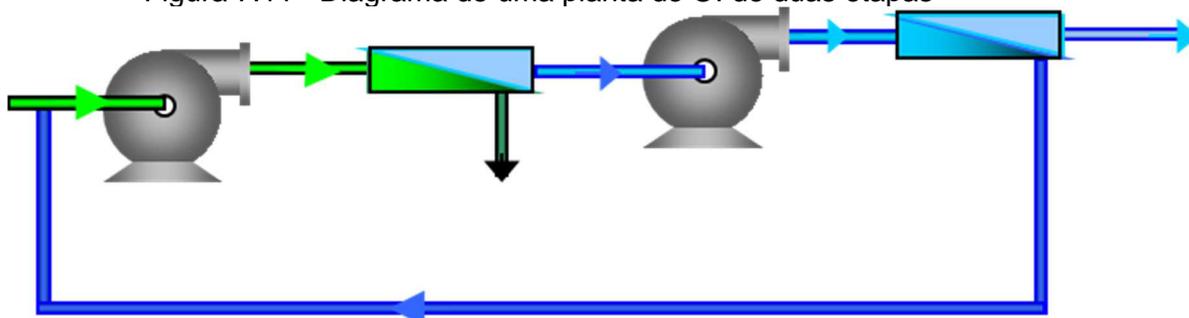
Os sistemas de recuperação de energia da salmoura das plantas de OI aproveitam o diferencial de pressão entre as saídas das membranas e dos sistemas de recuperação. Usando esses sistemas de recuperação, a energia necessária para realizar o processo de OI é reduzida.

A água permeada na saída das membranas contém uma certa quantidade de sais, uma vez que a rejeição de sais das membranas OI nunca é 100%. Portanto, o permeado, dependendo da concentração inicial de água, do fator de conversão, da temperatura da água, do tipo de membrana e do projeto executado, tem uma concentração diferente. Para a água do mar, a salinidade do permeado é entre 200 e 300 mg/l. Se quisermos reduzir o teor de sal do permeado, devemos incluir outro passo de osmose e iremos para as plantas de dois estágios.

Na Figura 7.11 podemos ver um diagrama simplificado de uma planta de osmose inversa (OI) de dois passos. A pressão do permeado do primeiro passo é elevado pela bomba, chegando a 6 ou 8 bar e introduzido nas membranas OI do tipo de água salobra. O permeado desta segunda etapa terá um teor de sal inferior a 10 mg/l. O fator de conversão deste segundo passo é geralmente muito alto, da ordem de 90%. A água

rejeitada do segundo passo é adicionada à água de alimentação bruta do primeiro passo.

Figura 7.11 - Diagrama de uma planta de OI de duas etapas

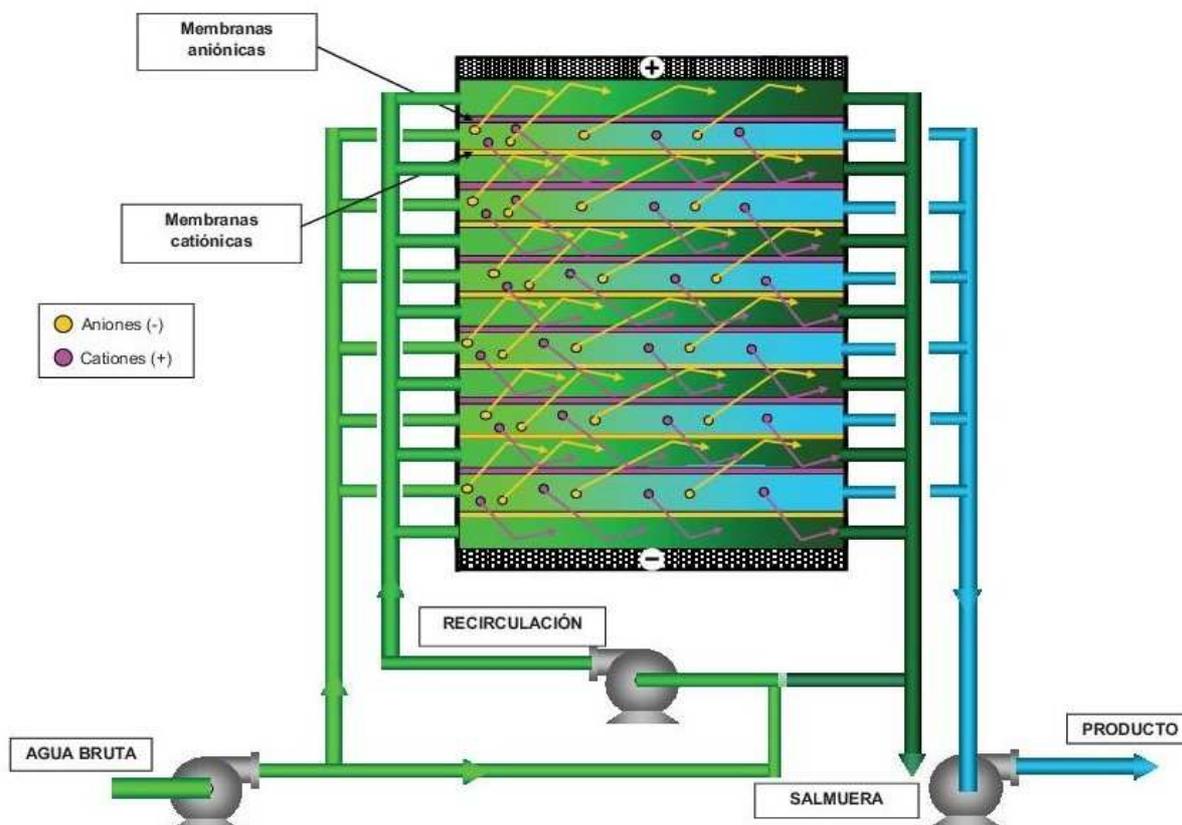


## 7.6. Eletrodialise

Na eletrodialise, diferentemente da OI onde a água atravessa as membranas deixando uma corrente concentrada em sais, são os íons dos sais dissolvidos que atravessam as membranas e deixam uma corrente de água livre deles, Figura 7.12.

Quando os sais se dissolvem em água, elas se dissociam para formar íons. Íons são partículas atômicas ou moleculares com cargas elétricas positivas ou negativas. Por exemplo, o sal comum - cloreto de sódio - é ionizado em íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) carregados positivamente (cátion) e íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) carregado negativamente (ânion).

Figura 7.12 - Processo de Eletrodialise



Sob os efeitos de um campo elétrico formado por uma corrente contínua, os íons migrarão de tal forma que os cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , etc.) positivamente carregados se moverão em direção ao polo negativo ou cátodo, e os ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , etc.) carregados negativamente se moverão para o polo positivo ou ânodo, Figura 7.12.

Para controlar o movimento dos íons em uma unidade de eletrodialise, são utilizadas membranas de transferência de íons em forma laminar fabricadas a partir de resinas de troca catiônica ou aniônica. Eles são chamados, respectivamente, de membranas catiônicas e aniônicas. As membranas catiônicas têm cargas negativas fixas em sua estrutura (como grupos sulfonatos) que repelem os ânions. Como resultado, as membranas catiônicas (marcadas com amarelo na Figura 7.12) transferirão os cátions, por exemplo,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , mas não os ânions.

Reciprocamente, as membranas aniônicas (marcadas em rosa na Figura 7.12) têm em sua estrutura cargas positivas fixas (como íons de amônio quaternário) que repelem os cátions e permitem a transferência de ânions, por exemplo,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , mas não os cátions.

A Figura 7.12 mostra o layout clássico de uma planta de eletrodialise ou "pilha", combinando os elementos descritos acima (íons, membranas aniônicas e catiônicas seletivas e campo elétrico DC) para obter a desmineralização da água e a concentração de íons removidos no fluxo de rejeição.

As membranas são separadas por um espaçador de 1 mm, depois outro separador é instalado e depois outra membrana do outro tipo, e assim por diante. Desta forma, o conjunto chamado par de células é obtido:

- Membrana catiônica.
- Espaçador de membrana catiônica.
- Membrana aniônica.
- Espaçador de membrana aniônica.

A água de alimentação contendo os íons dissolvidos é bombeada para a pilha de membranas, circulando entre as membranas catiônica e aniônica.

O sistema descrito é a eletrodialise clássica ou unidirecional. É conhecido como unidirecional porque a polaridade não muda, então os íons sempre se movem na mesma direção, as características dos compartimentos de água permanecem inalteradas, de forma que os compartimentos sempre serão de desmineralização ou concentração.

O sistema clássico de eletrodialise unidirecional (ED) foi o primeiro processo desenvolvido. No entanto, o processo ED unidirecional experimenta uma série de limitações que foram melhoradas com a mudança para a Eletrodialise Reversível (EDR), na qual a polaridade muda de vez em quando e as células que estavam de produto estão agora concentradas e as que foram de concentrado são agora de produto.

### **7.6.1. Eletrodialise Reversível**

O mecanismo da Eletrodialise Reversível difere do Eletrodialise unidirecional (ED) num aspecto simples, mas muito significativo. Se operarmos um sistema de eletrodialise unidirecional -como mostrado na Figura 7.12- por um período de tempo fixo e limitado (por exemplo, 15 minutos) e, em seguida, inverter a polaridade do campo elétrico aplicado por meio de um sistema de controle automático e operar por um período igual de tempo no sentido oposto - e assim por diante - o sistema será então Eletrodialise Reversível (EDR).

Quando a corrente é invertida, o compartimento que foi desmineralizado anteriormente agora se torna um concentrado e vice-versa. Assim, é necessário trocar as válvulas pelas quais elas são alimentadas e coletar esses dois fluxos, logo após a corrente ser revertida. Também é necessário desviar ambas as taxas de fluxo por um período de 0,75 a 1,5 minutos para purgar ambos os compartimentos antes que o fluxo desmineralizado comece a fabricar o produto especificado.

Portanto, ao operar pelo mesmo período de tempo em ambas as direções, o sistema de Eletrodiálise Reversível é alcançado, o que tende a eliminar substâncias insolúveis ou pouco solúveis que, de outra forma, cobririam as membranas durante o período de inversão de polaridade.

O EDR é o único processo de dessalinização capaz de tal inversão devido a duas características inerentes do sistema: a) As membranas EDR são simétricas; eles operam da mesma maneira em ambas as direções e b) as pilhas EDR têm uma configuração simétrica, sendo os compartimentos concentrados e desmineralizados.

Para que uma unidade EDR opere, é necessário um suprimento de água pressurizada - geralmente entre 4 a 6 bar e corrente contínua, bem como uma disposição adequada das etapas de desmineralização.

Para economizar água, a maior parte da água nos compartimentos de concentrado é recirculada. O fluxo de concentrado que é rejeitado, é regulado por meio de uma válvula de controle na linha de alimentação que controla o suprimento de água para o circuito fechado de concentrado que substitui uma quantidade igual de água concentrada que vai para a rejeição, Figura 7.12.

Em resumo, o processo de EDR e os componentes do sistema são capazes de operar por longos períodos com água contendo uma ampla variedade de componentes minerais, coloidais ou microbiológicos. A autolimpeza devido à inversão de polaridade e a estabilidade das membranas se combinam para dar um serviço duradouro.

### **7.6.2. Aspectos a destacar de ED e EDR**

A eletrodiálise é um processo que só pode ser usado em água salobra com menor concentração de sais inferior a 8.000 mg/L.

Através da recirculação controlada do fluxo de concentrado e outros meios, até 90% da água de alimentação pode ser recuperada como produto.

O consumo de eletricidade pode ser calculado aproximadamente usando um valor de 0,5 Kwh por metro cúbico de produto para bombeamento, mais 0,5 Kwh por metro cúbico por 1.000 ppm de sais eliminados.

O pré-tratamento geralmente não é necessário, já que o sistema EDR pode tratar águas com um índice de Langelier de +2.2 e temperaturas de até 45°C sem nenhum cuidado especial. O pré-tratamento é recomendado quando o ferro excede a 0,3 ppm, e o manganês e o sulfeto de hidrogênio excedem a 0,1 ppm. A sílica não interfere no processo porque, como não está ionizada, não elimina ou limita a recuperação da água. As unidades EDR são capazes de operar por um longo tempo com águas com um SDI de 5 minutos de aproximadamente 15, minimizando assim o uso de filtros. Mas todo o material não ionizado e suspenso que entra na água bruta passa para o produto, assim

como bactérias, vírus, etc.

Um sistema EDR não necessita de produtos químicos em condições normais de operação, exceto em situações especiais de alta recuperação e na presença de Sulfato de Cálcio ou Bicarbonatos de Cálcio. Os sistemas EDR podem tolerar taxas de saturação de sulfato de cálcio de até 175% no fluxo de concentrado sem injeção química. A adição de anti-incrustantes e/ou ácido sulfúrico permite valores de saturação de sulfato de cálcio de até 400%. Os produtos químicos também são necessários para a limpeza periódica das membranas. As membranas das baterias podem ser limpas de três maneiras diferentes:

- Continuamente através da inversão de polaridade
- Por limpezas químicas periódicas (Sistema CIP)
- Manualmente: desmontar e limpar as membranas por procedimentos manuais mecânicos

As membranas EDR são folhas de polímero homogêneas e reforçadas, com 0,5 mm de largura, com ânions e cátions de transferência fixados em certas posições, e uma excelente estabilidade contra produtos químicos e temperatura. Resistente a valores contínuos de pH 1 a 10 e cloro livre de 0,3 ppm, suportando grandes quantidades durante curtos períodos de limpeza. As membranas podem trabalhar com temperaturas até de 55°C.

## 7.7. Nanofiltração

A nanofiltração (NF), um processo intermediário entre a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa, utiliza membranas semipermeáveis com um tamanho de poro aproximado entre 0,0001 e 0,001 microns, ou seja, menos de um nanômetro, rejeitando moléculas orgânicas com peso molecular maior que 200 Daltons.

A Nanofiltração remove sais da água e envolve processos químicos e físicos, e por isso é considerada um processo de dessalinização, ao contrário da Ultrafiltração (UF), cujo princípio é a separação física. Na UF, é o tamanho dos poros da membrana que determina até que ponto sólidos dissolvidos, turbidez e microrganismos são eliminados. UF é usada para remover partículas de 0,001 - 0,1 µm da água, também é usada para a eliminação de vírus.

Como uma característica distintiva da NF em comparação com o processo OI, íons monovalentes são rejeitados entre 30 e 60% e íons divalentes, entre 90 e 98%, permitindo que essa diferença de rejeições funcione a pressões mais baixas do que a OI. (4 a 12 bar, dependendo dos tipos de água).

As membranas NF são geralmente enroladas em espiral, compostas, geralmente, de poliamida como camada ativa, e de polissulfona e poliéster como camadas de suporte quando o objetivo é a eliminação de sais divalentes. Existem outras membranas de nanofiltração no mercado com diferentes camadas ativas, como polivinil álcool e polissulfona sulfonada, de configuração enrolada em espiral ou fibra oca.

A nanofiltração é um processo muito semelhante ao da OI, assim como a OI requer o pré-tratamento da água de contribuição para evitar o entupimento das membranas por partículas coloidais e precipitação química sobre elas, o que gera paradas frequentes para a limpeza. O esquema de operação é exatamente o mesmo de uma planta de

osmose inversa, a diferença entre os dois processos é que, enquanto a osmose inversa rejeita quase todos os sais em igual porcentagem, a nanofiltração rejeita fundamentalmente os íons divalentes e, em menor grau, monovalente. A vantagem da nanofiltração em relação à OI é que ela requer menor consumo de energia por metro cúbico produzido.

A nanofiltração é aplicada à água salobra e geralmente com um ou mais dos seguintes objetivos:

- A eliminação de sais divalentes determinados.
- Redução da dureza.
- Para reduzir o conteúdo de matérias orgânicas antropogênicas tais como praguicidas, matéria orgânica de origem natural (ácidos húmicos).
- Como tecnologia de pré-tratamento em plantas de dessalinização por evaporação, com o objetivo de reduzir o conteúdo de sulfatos de cálcio para poder elevar a temperatura máxima de funcionamento e evitar a precipitação destes sais.

## 7.8. Comparativo de Tecnologias

A utilização dos processos de dessalinização apresentados nos itens anteriores requer a utilização de infraestruturas adequadas para a captação, pré-tratamento, remoção de sais dissolvidos, pós-tratamento e descarte de eventuais rejeitos. De maneira geral, a infraestrutura de captação será similar para qualquer uma das tecnologias contempladas, sendo os aspectos mais relevantes para a seleção da tecnologia de dessalinização a eficiência de conversão da água salina em água potável, o consumo específico de energia, o custo final de produção e os impactos ambientais associados.

Para efeito de comparação, Tabela 7.3 apresenta dados relativos à eficiência de conversão, consumo de energia e custo estimado de produção de água pelos processos de dessalinização por evaporação e osmose inversa (Voutchkov, 2013 e Watson, Morin and Henthorne, 2003). Para os processos térmicos, é necessária uma fonte de calor externa, geralmente de uma usina termelétrica, que, quando não disponível a baixo custo ou gratuito, inviabiliza a adoção de tais processos.

Analisando-se estes dados, verifica-se que o processo de dessalinização por osmose inversa apresenta menor consumo de energia e maior conversão de água, tendo uma faixa de custo de produção semelhante aos demais processos, apesar de apresentar um limite inferior menor que todos os demais processos. Ressalta-se que a utilização do sistema de recuperação de energia resulta em uma menor faixa de custo para o sistema de osmose inversa.

Com base nas informações apresentadas e considerando que comercialmente não haveria outro processo ou tecnologia disponível e viável para a vazão requerida neste projeto (1m<sup>3</sup>/s), verifica-se que o processo de dessalinização por osmose inversa é o mais indicado para este caso.

Esta conclusão é confirmada quando se avalia a evolução histórica das quantidades de plantas contratadas até 2018, registradas na base de dados mundial DESALDATA ( Figura 7.13), onde se observa que a maioria das plantas construídas até aquele ano usam a tecnologia de osmose inversa. De igual modo e em operação até os anos de 2018 e 2019, respectivamente apresentados nas Figuras a seguir.

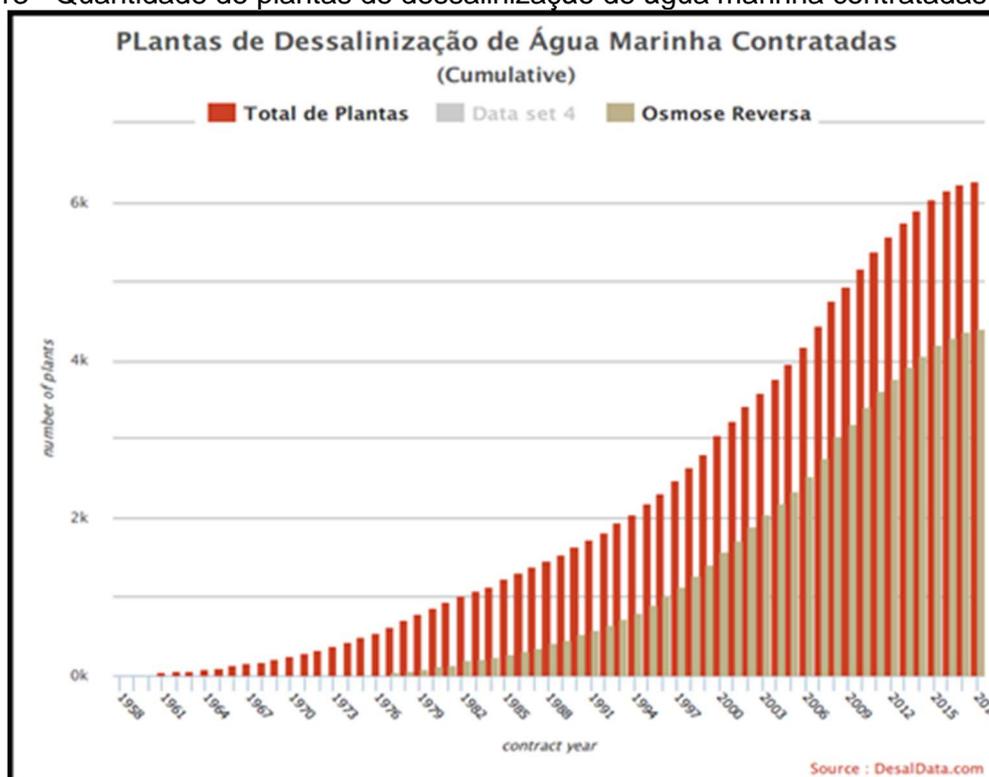
Tabela 7.3 - Comparação dos processos de dessalinização de água do mar.

| Parâmetro   | Processos Térmicos                       |                   |                     | Osmose Inversa |
|---|--|-------------------|---------------------|----------------|
|   | Múltiplos estágios com expansão de vapor | Múltiplos efeitos | Compressão de vapor |                |
| Fator de conversão (Água potável/Alimentação)                 | 0,10 – 0,20                              | 0,20 – 0,35       | 0,40                | 0,45 – 0,55    |
| Consumo de energia térmica equivalente (kWh/m <sup>3</sup> )  | 9,5 – 11,0                               | 4,5 – 6,0         | NA                  | NA             |
| Consumo de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> )             | 3,2 – 4,0                                | 1,2 – 1,8         | 8,0 – 12,0          | 2,5 – 4,0      |
| Consumo total de energia (kWh/m <sup>3</sup> )                | 12,7 – 15,0                              | 5,7 – 7,8         | 8,0 – 12,0          | 2,5 – 4,0      |
| Custo de produção de água (US\$/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup> | 0,90 – 4,00                              | 0,70 – 3,50       | 1,00 – 3,50         | 0,50 – 3,00    |

NA – Não aplicado

a – Base no ano de 2013.

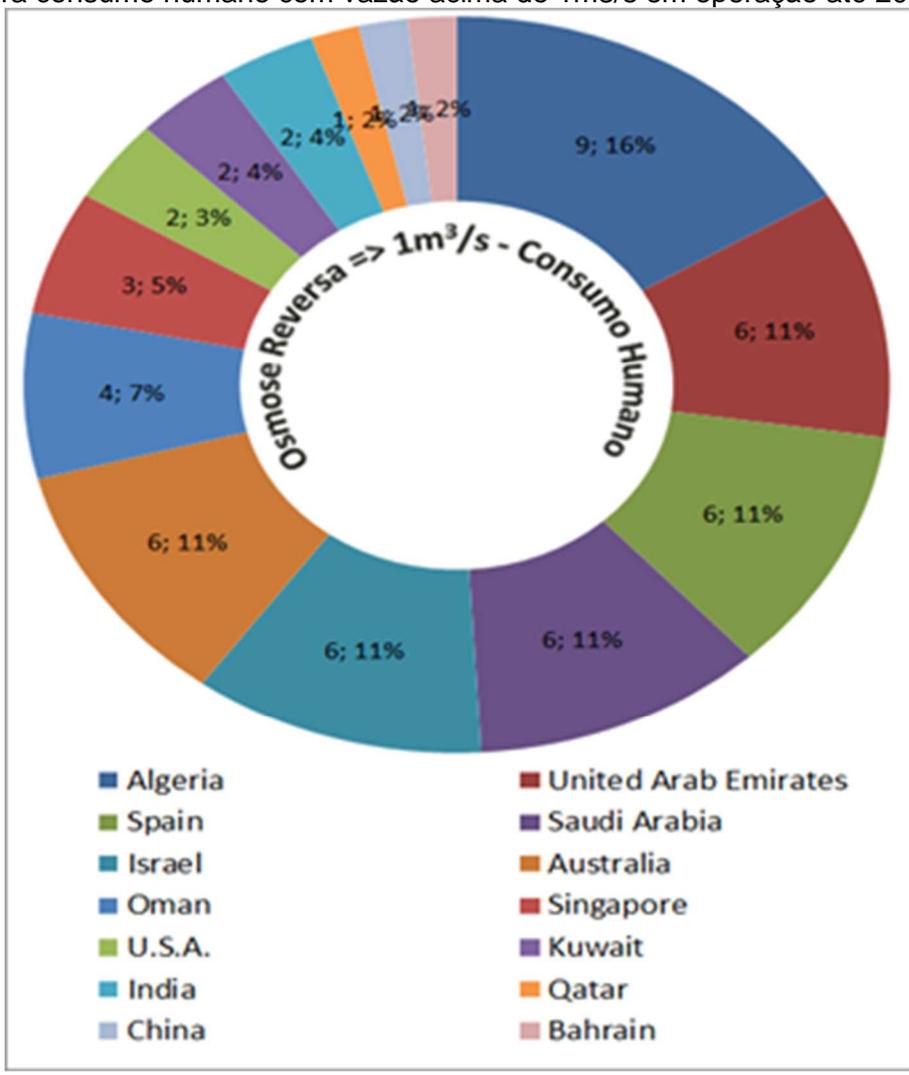
Figura 7.13 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha contratadas até 2018.



Fonte: [www.dessaldata.com](http://www.dessaldata.com)

Em termos de quantidade de plantas de dessalinização de água marinha para consumo humano com uso de osmose inversa, atualmente estão em operação 55 plantas com capacidade igual ou superior à vazão definida para o presente projeto (1m<sup>3</sup>/s), as quais se encontram distribuídas conforme gráfico a seguir.

Figura 7.14 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha por osmose inversa para consumo humano com vazão acima de 1m<sup>3</sup>/s em operação até 2019.



Fonte: [www.dessaldata.com](http://www.dessaldata.com)

## 8. Ambiental

### 8.1. Método de Avaliação Proposto

Com base no diagnóstico ambiental elaborado e no conhecimento da legislação ambiental vigente e das atividades propostas pelo projeto, serão feitas confrontações no intuito de identificar os prováveis impactos que poderão ser gerados durante as fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento. Tais impactos serão discriminados em escala descritiva, considerando que a avaliação quantitativa será apurada durante a elaboração do estudo de impacto ambiental exigido pelo órgão ambiental, uma vez da necessidade de realizar estudos primários e secundários para subsidiar efetivamente os impactos gerados pela planta.

Na área de Avaliação Ambiental existem diversos métodos de mensuração dos impactos ambientais, a qual será abordado posteriormente no âmbito do estudo a ser exigido pelo órgão ambiental na fase de licença prévia. A empresa responsável pelo estudo utilizará o método mais apropriado para detalhar todos os impactos gerados, considerando inclusive experiências internacionais na área de dessalinização.

#### 8.1.1. Impactos Incidentes sobre o Meio Abiótico

Por ocasião da implantação das obras do Projeto da Usina de Dessalinização da RMF os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico decorrem, principalmente, da limpeza dos terrenos e terraplenos requeridos para implantação das edificações do canteiro de obras e da planta da usina propriamente dita, bem como das escavações de valas para implantação das tubulações do sistema de interligação ao macrossistema da CAGECE, aliado à grande movimentação de máquinas e veículos pesados. Os desmatamentos ou limpezas dos terrenos e terraplenos requeridos durante a implantação do canteiro de obras, embora atinjam pouca monta, resultaram na emissão de poeiras fugitivas e ruídos, prejudicando temporariamente a qualidade do ar, só que numa área pontual restrita e afastada de áreas urbanizadas. Os movimentos de terra requeridos poderão resultar em aporte de sedimentos ao ambiente marinho, causando turbidez e assoreamento só que numa escala pouco significativa.

Deve-se atentar, todavia, para a necessidade de instalação de uma infraestrutura de esgotamento sanitário adequada na área do canteiro de obras, visando evitar a poluição dos recursos hídricos subterrâneos e do ambiente marinho. O projeto prevê o uso de fossas sépticas, as quais devem ser localizadas distantes do mar e guardando uma distância adequada do nível do lençol freático. Já nas instalações de apoio às frentes de obras, principalmente, durante a implantação da adutora de interligação ao macrossistema da Cagece será feito o uso de banheiros químicos, devendo os efluentes coletados serem encaminhados para ETE da Cagece, a qual deve estar devidamente regularizada junto ao órgão ambiental competente.

Considerando o grande número de operários que trabalharão na implantação do empreendimento, deverá ser produzida quantidade significativa de resíduos sólidos na área do canteiro de obras e nas instalações de apoio as frentes de obras (entulho, papel/papelão, plásticos, sacos de cimento, madeira, orgânico, EPI's etc.). Em caso da implantação de oficina mecânica, por sua vez, serão gerados resíduos sólidos composto com óleos e graxas, estopa, enquanto no ambulatório haverá geração de resíduos contaminados por patógenos. Esses resíduos deverão ser adequadamente coletados, armazenados e conduzidos para um destino correto do ponto de vista ambiental (incineração, reciclagem ou envio para o ASMOC – Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia), de forma que sejam evitados os problemas normalmente decorrentes de

um manejo inadequado de resíduos sólidos: emissão de odores fétidos, proliferação de vetores de doenças (baratas, moscas, ratos, etc.), além de poluição dos solos e dos recursos hídricos e degradação da paisagem.

Durante a implantação das obras haverá emissão de material particulado e ruídos em larga escala, os quais poderão ser minorados nas áreas previstas para construção da planta da usina de dessalinização e dos trechos terrestres dos emissários de captação de água marinha e de disposição do concentrado, com a execução de umidificação dos trajetos de máquinas e veículos. Além disso, mesmo estas obras apresentando movimentos de terra relativamente significativos, os impactos sobre a qualidade do ar ficarão restritos a Área Diretamente Afetada que conta com habitações no entorno da planta. Já a adutora de interligação ao macrossistema da CAGECE terá seu traçado interceptando áreas densamente povoadas, razão pela qual o impacto sobre a qualidade do ar decorrente da abertura de valas é considerado mais relevante, embora apresente menor nível de intensidade.

Outra medida a ser adotada visando a redução dos impactos sobre a qualidade do ar durante a implantação das obras consiste na manutenção periódica dos veículos e maquinários aí alocados, evitando a emissão de fumaça preta. Além disso, deverá ser implementado o monitoramento da fumaça preta emitida por veículos e maquinários movidos a diesel com o uso da escala Ringelmann, visando a adoção das medidas cabíveis sempre que forem detectados níveis acima do padrão 2.

Haverá, ainda, durante a implantação das obras, o desencadeamento de processos erosivos e riscos elevados de solapamento de taludes das valas escavadas dado à textura arenosa dos solos (Neossolos Quartzarênicos), requerendo o uso de escoramento contínuo de valas ou escavação de valas com taludes, no caso específico dos emissários de captação de água do mar e de disposição do concentrado.

Especial atenção deve ser dispensada às áreas onde estão previstas as implantações da câmara e da adutora de captação de água marinha, da tubulação de descarte da salmoura e dos reservatórios do permeado e da salmoura, dado aos grandes movimentos de terra e a profundidades das escavações requeridas nestes pontos durante as obras. No caso específico dos trechos terrestres das tubulações de captação e emissário, o Projeto Referencial indicou o uso de Métodos Não Destrutivos (MND), mitigando assim tais impactos.

É, também, esperado o desencadeamento de processos erosivos durante o estabelecimento da quadra chuvosa, fazendo-se necessário o fechamento imediato das valas escavadas logo após o assentamento das tubulações dos sistemas de captação de água do mar e de descarte da salmoura, de abastecimento d'água e esgotamento sanitário da planta da usina, elétrico e de combate a incêndio, bem da adutora de interligação ao macrossistema da Cagece, evitando assim o estabelecimento de processos erosivos. Faz-se, ainda, necessária a rápida implementação do sistema de drenagem pluvial e da proteção dos taludes dos aterros da área da usina de dessalinização e do sistema viário.

Como a região da Praia do Futuro não conta com cursos e mananciais d'água em seu território, haverá aportes de sedimentos apenas ao ambiente marinho. Tendo em vista que o prazo de implantação das obras será relativamente reduzido e que as escavações serão efetuadas preferencialmente durante o período de estiagem, não são esperadas

contribuições significativas ao assoreamento do referido ambiente, bem como a turbidez das suas águas. Também não haverá aportes de sedimentos a cursos d'água decorrentes da implantação das obras da adutora de interligação ao macrossistema da, visto que o traçado desta se desenvolve integralmente pelo leito de vias pavimentadas, não tendo sido constatada a presença de cursos d'água ao longo do seu traçado.

Durante a execução das operações de terraplenagem nas áreas das obras da planta da usina faz-se necessário a exploração de jazidas de empréstimos, ressalta-se, todavia, que o projeto prevê a aquisição de materiais terrosos, granulares e pétreos em jazidas e pedreiras comerciais, devidamente licenciadas e registradas nos órgãos ambientais competentes, no caso a Agência Nacional de Mineração - ANM e a SEMACE.

Já durante as implantações dos trechos das tubulações de captação de água do mar e de descarte da salmoura, que envolvem dragagens no leito marinho, será gerada turbidez em larga escala, dado o revolvimento e desestabilização do solo marinho. Deverá ser prevista a adoção de cortinas que previnem a passagem de sólidos em suspensão (*siltcurtains*) na área de dragagem, o que previne que a pluma de sedimentos atinja maiores proporções, podendo afetar áreas de pesca. Outra medida de mitigação efetiva poderá ser a adoção de técnicas construtivas que considerem menor trecho de escavação, com assentamento ancorado das tubulações sobre o leito marinho, ou mesmo o emprego de técnicas não destrutivas, como furos direcionais. Tal análise deverá ser realizada conjuntamente com os diretrizes do projeto de engenharia.

Além disso, devido a sua rápida reversibilidade (a areia assenta-se rapidamente), a intensidade deste impacto pode ser considerada pequena. Entende-se que as ações de planejamento das operações de lançamento e enterramento das adutoras de captação e de salmoura são suficientes para evitar ao máximo a extensão do prazo de execução das obras em ambiente marinho.

Muito embora os desmatamentos requeridos nas áreas previstas para implantação das obras da planta da usina não se apresentem significativos, estando restritos a alguns exemplares arbóreos e a capeamentos gramíneo/herbáceo, haverá decréscimos das taxas de infiltração das águas pluviais e na recarga do aquífero Dunas na região da Praia do Futuro, dado a maior velocidade de escoamento das águas pluviais nos solos desnudos, todavia esta não será significativa. Quanto as condições climáticas da área do empreendimento e região circunvizinha, estas permanecerão praticamente inalteradas, não havendo elevações significativas na temperatura do ar decorrentes de supressão vegetal.

A construção das edificações previstas na área da planta da usina de dessalinização, bem como a pavimentação da rodovia de acesso, da rede viária interna e da área de estacionamento resultarão na impermeabilização do solo. Assim sendo, pode-se afirmar que haverá neste caso redução das taxas de infiltração, o que poderá reduzir a recarga do lençol freático, dada a impermeabilização da área, devendo ser atendida as diretrizes e critérios estabelecidos pela legislação do município de Fortaleza, especialmente o código da cidade.

Com o início da operação da usina de dessalinização, haverá um aumento da garantia da oferta de recursos hídricos no município de Fortaleza e por conseguinte na sua região metropolitana, já que esta fornecerá uma vazão de 1,0 m<sup>3</sup>/s de água potável proveniente de fonte segura. Ressalta-se que, não são esperados impactos sobre a disponibilidade

hídrica do sistema marinho decorrentes da captação da vazão de alimentação da usina de dessalinização (2,3 m<sup>3</sup>s), já que este é considerado como uma fonte inesgotável.

Na fase de operação da Usina de Dessalinização, um dos principais impactos adversos detectados consiste na disposição da salmoura gerada pelas unidades de osmose reversa. Porém com o adequado dimensionamento da tubulação difusora, este impacto poderá ser minimizado e restrito a uma área de reduzidas dimensões.

Visando referendar esta alegativa faz-se necessária a execução, no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, de um estudo de difusão da pluma da salmoura após o seu lançamento, na qual será averiguado a que distância do ponto de lançamento no corpo receptor se observa a total diluição dos níveis de salinidade, identificando assim a área do ambiente marinho sujeita a impactos.

Ressalta-se que, para a Usina de Dessalinização de Fortaleza, cujo projeto prevê o uso da osmose reversa, o pré-tratamento químico da água salgada será efetuado através da aplicação de ácido sulfúrico para ajuste do pH; hipoclorito de sódio para desinfecção; metabissulfito de sódio para reduzir a concentração de cloro residual, cloreto férrico para coagulação e dispersante para evitar a precipitação de sais. Por fim, é prevista a aplicação de dosagem de carvão ativado em pó para adsorção dos poluentes.

Assim sendo, as águas residuárias provenientes da lavagem das membranas do processo de osmose reversa poderá conter produtos químicos, razão pela qual faz-se necessário a neutralização destes, antes desta ser misturada com o concentrado (salmoura) para posterior descarga no mar. O projeto proposto prevê o seu tratamento via sistema de neutralização de efluentes de limpeza química composto pelos seguintes equipamentos: tanque de neutralização, bomba dosadora de reagentes de neutralização, sistema de agitação e condutores da água neutralizada a descarga da salmoura.

Quanto a água residuária da lavagem dos filtros, esta poderá ser misturada com o concentrado (salmoura) para posterior descarga no mar, desde que esteja atendendo às normas exigidas pela legislação ambiental vigente. Caso contrário, o projeto prevê o seu encaminhamento para o sistema de tratamento de água de lavagem dos filtros. O referido sistema é dotado com os seguintes equipamentos: decantador, bombas de extração de lodos, secador de lodos, recipiente para deposição dos lodos e posterior envio da água decantada para a descarga de salmoura.

Além disso, visando reduzir os níveis de salinidade da salmoura, o projeto proposto prevê a adoção das medidas abaixo discriminadas, contribuindo para a redução do potencial poluidor deste efluente:

- Mistura da água proveniente da lavagem dos filtros de pressão com a salmoura, antes do seu lançamento no corpo receptor, visando reduzir a concentração de sólidos em suspensão e atender a legislação vigente;
- Dotação de difusores no trecho final do emissário de salmoura, os quais efetuam o lançamento desta no mar de forma difusa, agilizando o processo de dispersão no corpo receptor.

Faz-se, ainda, mister a execução de monitoramento da qualidade da água do corpo receptor, para avaliar se haverá risco de impactos sobre a biota marinha decorrentes do lançamento da salmoura. Outra medida a ser adotada consiste na elaboração e execução de auditorias ambientais sistemáticas para acompanhar o desempenho

operacional do sistema de dessalinização, identificando conformidades e não conformidades ambientais, e quando aplicável, definindo planos de ação e ratificando ações já implantadas.

### **8.1.2. Impactos Incidentes sobre o Meio Biótico**

Os desmatamentos requeridos para instalação do canteiro de obras atingirão pouca monta, dado a pequena área a ser ocupada por este, e ao fato da área proposta pela planta apresentar sua cobertura vegetal composta predominantemente por vegetação típica de restinga herbácea.

Quanto aos impactos incidentes sobre o meio biótico durante a implantação das obras da planta da usina de dessalinização, os danos decorrentes das operações de desmatamento/limpeza do terreno, também, não serão expressivos já que a área do empreendimento, apresenta-se predominantemente recoberta por esta mesma tipologia vegetal. Destarte não foram identificadas espécies florísticas endêmicas, raras, ameaçadas de extinção, de valor econômico, medicinal ou de interesse científico.

Além disso, os trechos dos traçados da captação da água do mar e do emissário de disposição do concentrado (salmoura) se desenvolverão exclusivamente na área subterrânea utilizando o método não destrutivo – MND, não intervindo na vegetação presente da área do traçado. As tubulações de recalque do sistema de interligação ao macrossistema da Cagece, por sua vez, se desenvolverão integralmente pelo traçado das vias existentes, não exigindo a execução de operações de desmatamentos/limpeza dos terrenos.

Quanto à fauna das áreas das obras, esta apresenta-se pouco diversificada, sendo composta basicamente por algumas espécies de pássaros e répteis, que visitam ocasionalmente estas áreas em busca de alimentos, sendo os insetos o grupo faunístico mais representativo. Observa-se, ainda a presença de alguns tipos de crustáceos (aratu, chama-maré e marinha-farinha). No que concerne à fauna aquática, a área do empreendimento ora em análise não conta com cursos ou corpo d'água em seu território, estando assim a fauna aquática restrita à biota marinha.

Assim sendo, pode-se afirmar que a operação de desmatamento/limpeza das áreas das obras não irá resultar em impactos significativos sobre a flora e a fauna desta região. Não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da flora ou da fauna e as áreas previstas para as obras não interceptam o território de habitat's naturais críticos ou de unidades de conservação.

Recomenda-se que as operações de supressão vegetal/limpeza do terreno necessárias durante a fase de implantação das obras sejam efetuadas de modo gradual pela empreiteira, sendo efetivadas à medida que estas forem sendo requeridas para a execução das obras, de modo a evitar o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente aporte de sedimentos ao ambiente marinho, resultando em perturbação dos hábitos da fauna aquática. Deverão, ainda, ficarem restritas ao limite das áreas das obras, evitando-se desmatar mais do que o necessário. Além disso, antes da execução das operações de supressão vegetal deverá ser efetuada uma varredura na área das obras pela equipe de biólogos engajada na execução desta atividade visando o manejo de espécies da fauna que porventura estejam visitando a área do empreendimento em busca de alimento.

A fauna expulsa das áreas do projeto alvo das operações de desmatamento/limpeza do terreno migrará para a região periférica, todavia dado a sua baixa biodiversidade e pequena densidade numérica não é esperado estabelecimento de competição com a fauna ali existente em termos territoriais e alimentares. Haverá êxodo de animais peçonhentos e o afastamento de algumas espécies de pássaros provocará o incremento das populações de insetos.

Durante a implantação das obras os impactos incidentes sobre o bioma decorrem, ainda, dos movimentos de terra (cortes, aterros e escavações) necessários. Os principais danos decorrentes destas atividades são desencadeamento de processos erosivos com o carreamento de sedimentos para o ambiente marinho, provocando turbidez e perturbando os hábitos da fauna aquática, só que numa escala mais significativa que a anteriormente relatada. Ressalta-se, ainda, que a grande movimentação de máquinas e veículos pesados resultará na emissão de ruídos e vibrações podendo perturbar os hábitos da fauna, e inclusive causar o seu afugentamento para áreas mais afastadas. Ressalta-se, todavia, que a intervenção do leito marinho para implantação do sistema de captação e de disposição da salmoura se constitui na atividade mais impactante incidente sobre a fauna aquática durante a fase de implantação das obras. Com efeito, poderá resultar na emissão de ruídos, revolvimento do solo marinho e aumento da concentração de sedimentos suspensos, contribuindo para a perturbação da fauna aquática e seu o afugentamento. Além disso, o material em suspensão, quando em excesso, pode provocar danos aos organismos aquáticos interferindo nos mecanismos de respiração, filtração ou acumulando-se na superfície do corpo de pequenos animais. Como medida mitigadora sugere-se o isolamento das áreas de dragagem por cortinas (barreiras), que limitam a passagem de material particulado em suspensão. Outra medida de mitigação efetiva será a adoção de técnicas construtivas que considerem menor trecho de escavação, com assentamento ancorado das tubulações sobre o leito marinho, ou mesmo o emprego de técnicas não destrutivas, como furos direcionais. Tal análise deverá ser realizada conjuntamente com os diretrizes do projeto de engenharia. Durante a operação do empreendimento, como o pré-tratamento químico da água salgada adotado preconiza o uso controlado de produtos químicos, o impacto incidente sobre a biota marinha será apenas de caráter halino, uma vez que os efluentes despejados apresentam uma salinidade bastante superior à da água do mar, o que provocará o afugentamento ou mortalidade de algumas espécies marinhas. Tal impacto, no entanto, tem caráter pontual devido à grande capacidade de diluição/dispersão do ambiente marinho, incidindo apenas até uma certa distância do ponto de lançamento do concentrado.

Dentre os impactos incidentes sobre a biota marinha decorrentes da alteração na salinidade da água do mar pode-se citar a possível ocorrência de danos ao habitat da biota marinha, a depender do local de lançamento do concentrado e do comportamento (direção) das correntes marinhas atuantes na região da praia do futuro e áreas circunvizinhas, os quais podem exercer influência sobre a capacidade de diluição/dispersão do concentrado no corpo receptor. Os impactos na biota serão avaliados durante a elaboração do EIA/RIMA que constará dados primários e secundários, bem como simulações na área de captação e lançamento da planta e análise qualidade do ambiente.

Ressalta-se, todavia, que o projeto proposto procurou local o emissário na distância adequada e de segurança, além de adotar medidas visando favorecer a diluição mais rápida da salmoura, tais como dotação de difusores no trecho final do emissário de

lançamento da salmoura no corpo receptor e a mistura desta com a água de lavagem dos filtros de pressão e com as águas pluviais do sistema de drenagem.

Conforme descrito neste estudo, a imprensa local destacou a ocorrência na região da Sabiaguaba, Praia do Futuro e Serviluz informações de desova de tartarugas de espécies criticamente ameaçadas de extinção. O EIA/RIMA deverá detalhar todos os aspectos referente ao impacto da planta nas áreas de desova, contemplando as áreas de ocorrências de desova, períodos, espécies, relação do emissário e captação com os fluxos migratórios das tartarugas.

Além disso, a execução do monitoramento da qualidade da água do mar, bem como da biota marinha sob a fiscalização do órgão ambiental competente, visando à adoção das medidas cabíveis sempre que se fizer necessário, reduz significativamente os riscos de danos ao ecossistema a marinho e a sua biota, com destaque para a comunidade de golfinhos aí existente.

### **8.1.3. Impactos Incidentes sobre o Meio Antrópico**

A divulgação da notícia de que será construída uma usina de dessalinização da água do mar impactará de forma positiva na maioria dos moradores da cidade de Fortaleza que serão beneficiados com o suprimento hídrico de água de boa qualidade proveniente de uma fonte segura, mesmo nos períodos de estiagens prolongadas.

A área científica e o setor turístico estadual também serão impactados de forma positiva já que o objetivo primordial da implantação da referida usina é a garantia da disponibilidade hídrica, bem como a criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado e especializado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa de suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Convertendo-se assim, numa forma de compensar os déficits hídricos existentes em muitas zonas litorâneas do Estado.

Com o início da implementação das obras é previsto um pequeno aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada, impactando o nível de renda já que os salários ofertados pela Empreiteira são em geral superiores aos vigentes na região. O setor terciário, também, terá um leve incremento na demanda por seus produtos, dado o maior poder aquisitivo do contingente obreiro e a aquisição de materiais de construção e de produtos alimentícios e do aluguel de veículos pela Empreiteira. Faz-se necessário, no entanto, que os trabalhadores e a população da região sejam alertados sobre o caráter temporário dos empregos ofertados. Na etapa de operação do empreendimento, por sua vez, haverá um pequeno aumento na oferta de empregos estáveis, vinculados a operação e manutenção da infraestrutura da usina de dessalinização, com reflexos positivos sobre o nível de renda.

Deverá ser priorizada a contratação de trabalhadores nas localidades próximas a área das obras, bem como a contratação de serviços (alimentação, transporte, etc.) e a aquisição de produtos no mercado local. Deverá ser implementado, ainda, um programa de capacitação e treinamento da mão-de-obra contratada, a qual irá adquirir novos conhecimentos elevando o seu nível de qualificação.

Quanto aos problemas de saúde vinculados à implantação do empreendimento, estes não constituem em essência problemas particularmente diferentes daqueles que atingem

uma dada comunidade. No entanto, nos projetos de grande porte, fatores tais como o agrupamento de operários numa área específica e com uma cronologia rígida, que obriga uma sincronização de atividades, marcando o ritmo de todo o processo, em geral, são responsáveis pela maior incidência de impactos negativos sobre a saúde, visto que:

- Há riscos de importação e disseminação de doenças pelo contingente obreiro, expondo a população da região a novas patologias, requerendo a execução de controle médico na contratação dos trabalhadores;
- O intenso tráfego de máquinas e veículos pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo o contingente obreiro e usuários das vias de acesso a área das obras e das vias interceptadas pelo traçado da adutora de interligação ao macrossistema da Cagece;
- Riscos de acidentes com o contingente obreiro envolvendo solapamento de taludes de fundações e de valas escavadas, dado a estrutura pouco coesa (arenosa) dos solos das áreas das obras;
- Riscos de acidentes provenientes de atividades da construção civil em geral (quedas, descargas elétricas etc.).

Com relação ao desmatamento/limpeza do terreno, embora este atinja pequena monta, haverá riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos para os trabalhadores engajados nesta atividade. Assim sendo, durante a implantação das obras é passível a ocorrência de pressão sobre a infraestrutura do setor saúde regional, dimensionado apenas para o atendimento da população nativa.

Estes riscos, no entanto, podem ser minorados através da adoção de normas de segurança no trabalho, devendo a Empreiteira elaborar e implementar os programas de segurança exigidos pela legislação trabalhista - PCMAT, PCMSO, PPRA, PAE e PGR, bem como criar e pôr em funcionamento a CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e dotar o canteiro de obras com um ambulatório. Além disso, é recomendável que a Empreiteira efetue o levantamento prévio das condições do setor saúde regional, visando agilizar o atendimento médico ao contingente obreiro em casos de acidentes. Haverá, ainda, os transtornos causados pela intensificação do fluxo normal do tráfego de veículos nas principais vias de acesso a área da Praia da Praia do Futuro I, principalmente, durante a implantação das obras devido a necessidade de transporte de insumos.

A intersecção do traçado de interligação com o macrossistema da Cagececom vias expressas e arteriais da malha viária de Fortaleza, que se caracterizam por apresentar intenso fluxo de veículos, causará transtornos ao tráfego aí afluyente, requerendo a sinalização ostensiva destes trechos durante a implantação destas obras. Além disso, os riscos de acidentes envolvendo atropelamentos e batidas tornam-se relativamente significativos, exigindo a adoção de desvios temporários de tráfego bem planejados e o uso intensivo de sinalização de alerta no trecho das obras. Será, também, necessária a alteração de algumas rotas de linhas de ônibus.

Serão criados, ainda, empecilhos ao deslocamento de pedestres, dificultando o acesso destes a suas residências, bem como aos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços aí existentes, com reflexos negativos sobre a economia local. Faz-se necessário o estabelecimento de passarelas, bem como o cumprimento rígido do cronograma de implantação das obras, de modo a reduzir os impactos sobre estas atividades econômicas. Haverá, ainda, emissão de poeiras e ruídos em larga escala,

com reflexos negativos sobre a opinião pública.

Com relação à intersecção com outras infraestruturas de uso público, no caso específico do projeto ora em pauta, a abertura de valas para instalação das tubulações da adutora de interligação ao macrossistema da Cagece deverá resultar em interferências com infraestruturas presentes ao longo da malha viária (redes de abastecimento d'água, redes de esgotos, redes de drenagem, linha férrea, gasoduto, etc.), havendo riscos de danos a estas infraestruturas e interrupção temporária no fornecimento destes serviços, caso não sejam adotadas as medidas cabíveis. As concessionárias destes serviços deverão ser contatadas pela Empreiteira, para o fornecimento de dados sobre a localização exata destes equipamentos, bem como sobre as regras a serem seguidas durante a execução das obras nestes trechos.

Especial atenção deve ser dispensada a intersecção da referida adutora com o traçado de gasodutos da CEGÁS em dois pontos, dado os riscos significativos de acidentes envolvendo os operários, apesar do projeto prevê a travessia por método não destrutivo. Assim sendo, faz-se necessário o estabelecimento de comunicação com a CEGÁS sobre as travessias que serão efetuadas e solicitar as normas e condutas de segurança a serem adotadas durante a implantação destas obras.

Quanto ao patrimônio arqueológico a priori pode-se afirmar que os impactos podem vir a ser de média relevância, tendo em vista que os grandes movimentos de terra requeridos durante a execução das obras na região da Praia do Futuro I, o que ensejará a execução de estudos a serem avaliados pelo IPHAN. Em atendimento à Instrução Normativa IPHAN nº01/2015 deverá ser elaborada a Ficha de Caracterização de Atividade – FCA do empreendimento, a qual será submetida a apreciação do IPHAN, devendo este órgão com base nas características do empreendimento e da sua área de influência efetuar o enquadramento do projeto proposto e definir os estudos a serem desenvolvidos pelo empreendedor.

Com relação aos impactos referentes ao término das obras haverá desemprego da mão de obra alocada na construção empreendimento, além do desaquecimento da economia local, com reflexos negativos sobre o nível de renda, o que contribuirá para a geração de tensão social. Os trabalhadores e a população da região devem ser alertados, desde o início da implementação do projeto, sobre o caráter temporário dos empregos ofertados e das atividades desenvolvidas.

Por ocasião da operação e manutenção da Usina de dessalinização, os operários engajados nestas atividades estão sujeitos a riscos de contaminação por produtos químicos. Ressalta-se, no entanto, que estes riscos podem ser considerados pouco relevantes já que na adição dos produtos químicos utilizados será adotado o uso de bombas dosadoras, sendo a mistura água/produto químico efetuada dentro de um circuito fechado. Com isso, os riscos de contato dos operadores com gases tóxicos formados pela reação do metabissulfito de sódio com a água são nulos. Há, ainda, riscos de acidentes durante o manuseio das bombas nas estações elevatórias (choques elétricos), entretanto como o projeto prevê a capacitação dos operários e a adoção de regras de segurança no trabalho estes riscos serão substancialmente reduzidos.

Quanto aos potenciais impactos sobre as atividades econômicas desenvolvidas na região associados ao lançamento do concentrado (salmoura) no mar, estes apresentam apenas caráter halino (salinidade dos efluentes bastante é superior à da água do mar),

ocorrendo numa área pontual devido à grande capacidade de diluição/dispersão do ambiente marinho, incidindo apenas até uma certa distância do ponto de lançamento. Esta questão deverá ser avaliada através da execução de um estudo de dispersão da pluma, de modo a averiguar não só a eficácia da diluição da salmoura, como também a distância alcançada pela pluma de dispersão do material descartado.

Não são esperados impactos negativos sobre as atividades turística e pesca desenvolvidas na região litorânea de Fortaleza, nem tão pouco danos à saúde dos pescadores e da população que aí pratica atividades de recreação e lazer, visto que o impacto causado pelo lançamento da salmoura no mar é apenas de caráter halino. Além disso, a pluma se dispersa rapidamente atingindo uma extensão pequena a partir do ponto de lançamento do concentrado no corpo receptor. Dentre as medidas de proteção ambiental recomendadas foi preconizada a execução de um monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor da biota marinha.

Em contrapartida, com a implantação da Usina de Dessalinização em Fortaleza será garantido o suprimento hídrico deste núcleo urbano com água de boa qualidade a partir de uma fonte segura e inesgotável, o que terá reflexos positivos sobre as atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo. Assim sendo, haverá um grande impulso no desenvolvimento local e regional, devido o incremento do setor terciário da região, em função da maior disponibilidade de água potável, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Quanto aos impactos sobre o conhecimento científico, a implantação da usina de dessalinização contribuirá para a aquisição de conhecimentos e capacitação de um corpo técnico na tecnologia alternativa para a obtenção água potável em regiões com restrições na oferta de água doce e com potencial para desenvolvimento, uma vez que se trata da primeira planta de dessalinização desse porte no Brasil.

## **8.1. Conclusão**

Como pode ser visto com a leitura dos itens anteriores o projeto sob o ponto de vista ambiental pode ser considerado positivo. Cabe ressaltar que o EIA/RIMA a ser elaborado norteará as previsões de impactos mais realistas a natureza do empreendimento, uma vez que os estudos primários e secundários subsidiaram os diagnósticos ambientais, a Avaliação do Impacto Ambiental, Proposição de Medidas Mitigadoras e dos Planos e Programas Ambientais para viabilizar e compatibilizar o empreendimento com o viés da sustentabilidade.

Dentre os principais, senão o mais relevante, impacto na fase de operação é o descarte de salmoura, porém esse impacto será objeto de estudo detalhado nas próximas fases de detalhamento do Projeto e conseqüentemente durante a elaboração do estudo ambiental, contemplando as simulações e análises da qualidade da água e suas relações com o descarte da salmoura. Destaca-se que sobre esse assunto o Projeto proposto procurou locar o emissário e dimensionar seus difusores de maneira a favorecer a dispersão e a diluição do concentrado minimizando possíveis impactos ambientais.

Destaca-se que estão sendo propostas diversas ações socioambientais, apresentadas em detalhes no Estudo – 15 Plano de Comunicação, sendo que as principais são destacadas a seguir:

### **i) Fase Anterior a PPP:**

Neste período recomendamos um trabalho específico de assessoria de imprensa junto aos veículos de comunicação locais, com o objetivo de informar e orientar sobre a consulta pública e outras atividades que sejam solicitadas ao entendimento da comunidade sobre a obra/serviço.

Essas ações são muito importantes para aproximar as redações do assunto, preparando o ambiente de comunicação para as fases seguintes do projeto e, também, informando a população sobre o serviço que será prestado ao longo dos anos, com destaque à transparência do projeto, a sustentabilidade do empreendimento e necessidade da prestação do serviço.

NOTA: este trabalho já é desenvolvido pela própria Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) tanto no portal da empresa - com a apresentação dos editais de PMI e matérias sobre o assunto - como no envio de releases à imprensa local, estimulando as redações a tratar do tema.

## **ii) Fase de Construção**

**INÍCIO DAS OBRAS** - para o início das obras, imprensa e comunidade precisam ser informadas de maneira clara e objetiva sobre o empreendimento. Para isso, será fundamental que os veículos de comunicação locais recebam e veiculem informações sobre a obra, o prazo de duração da mesma, o número de trabalhadores empregados, o serviço que será oferecido, etc. Esses veículos de comunicação que formam a grande imprensa do Estado do Ceará, inicialmente, serão os principais canais de comunicação entre o empreendimento e a comunidade, já que os canais oficiais de informação não terão, ainda, a capilaridade necessária para atingir os objetivos.

Por isso, a Ascom terá o papel fundamental de assistir os jornalistas com informações de interesse público através de releases e sugestões de pauta com números e dados do empreendimento assim que a equipe de comunicação seja montada. Além disso, deve ser promovida uma conferência de imprensa quinze dias de antes do início das obras.

Os objetivos dessa ação são:

- aproximar o empreendimento dos veículos de imprensa locais;
- formalizar o relacionamento entre a Ascom e as redações;
- informar a população da RMF de maneira indireta (através dos veículos de comunicação) sobre o início das obras e eventuais transtornos que podem ser causados inicialmente;
- informar a população da RMF de maneira indireta (através dos veículos de comunicação) sobre as necessidades abastecimento, a sustentabilidade do projeto, o baixo impacto ambiental e benefícios permanentes com a oferta deste serviço.

**VISITAS GUIADAS DA IMPRENSA** - serão duas ações promovidas pela Ascom do projeto, nas quais os jornalistas visitarão o canteiro de obras da planta de dessalinização em uma etapa intermediária e na conclusão do trabalho. Essa ação deverá ser realizada em uma manhã e acompanhada pelo engenheiro responsável e pelo assessor de comunicação do projeto. As datas/períodos deverão ser analisadas em conjunto pela Ascom e direção do projeto.

O empreendimento disponibilizará um micro-ônibus (20 lugares) para transportar os profissionais até a obra e, após a visita, levá-los de volta ao local combinado. Durante esta ação será realizada uma entrevista coletiva com o engenheiro responsável e

diretores do empreendimento, acompanhado de um café da manhã com os jornalistas.

A visita deverá ser documentada pela Ascom com lista de presença dos profissionais e fotografias da ação para posterior utilização em matérias para o site e redes sociais do empreendimento.

Os objetivos dessa atividade são:

- informar a imprensa local sobre o andamento das obras;
- estreitar relações entre a Ascom e os veículos de comunicação locais;
- prospectar mídia espontânea positiva para o empreendimento;
- informar a população sobre o andamento das obras e o serviço que será prestado através da grande imprensa.

### **iii) Fase de Operação**

Na fase de operação existem diversas oportunidades de ações para serem apoiadas pelo empreendimento e em áreas distintas, no fomento ao esporte/lazer; cultura/educação e meio ambiente.

Como dito no caput, é importante que tais ações sejam monitoradas e repercutidas pela assessoria de comunicação nas diferentes plataformas de redes sociais digitais, no site institucional e, também, pelo trabalho de assessoria de imprensa. Assim, demonstraremos a participação do empreendimento no cotidiano da comunidade, não somente com a prestação do serviço, mas também no apoio a essas iniciativas de interesse coletivo. Algumas propostas de ações:

**VISITA GUIADA DE ESTUDANTES** - essa ação deve ser organizada pela assessoria de comunicação em parceria com a área técnica do empreendimento. A proposta é que o público-alvo (estudantes da 7ª série do ensino fundamental ao 1º ano do ensino médio de escolas públicas e privadas da RMF) visite o empreendimento com a supervisão de um professor e um membro da área técnica. A visita será finalizada num auditório com maquete digital, vídeo institucional e exposição de fotografias de artistas nordestinos sobre a seca e os efeitos da oferta de água na vida da população. Serão oito eventos durante o ano, obedecendo o calendário letivo das escolas.

Os objetivos desta ação são:

- mostrar o funcionamento da planta industrial, utilizando elementos didáticos para explicar o processo de dessalinização da água e sua distribuição à comunidade;
- promover uma experiência lúdica de aprendizado sobre assuntos acadêmicos correlatos à produção do empreendimento;
- conscientizar este público sobre a necessidade do uso racional da água e preservação do meio ambiente;
- informar os alunos sobre as necessidades da prestação deste serviço à comunidade e a indústria local.

A proposta é que esta ação seja iniciada a partir da conclusão das obras e, evidentemente, funcionamento do empreendimento. A turma de estudantes será buscada na escola e, após a visita, será levada de volta por ônibus alugado pelo empreendimento. Durante o evento, além das palestras e explicações técnicas, será servido um lanche aos alunos e apresentado um filme (30 minutos) sobre uso racional da água e o serviço prestado à comunidade.

**EVENTOS ESPORTIVOS** - a proposta é de fomentar a prática esportiva através de uma

corrida de rua realizada na Região Metropolitana de Fortaleza e que faça parte do calendário anual da Federação Cearense de Atletismo (FCA). Os eventos desta área a serem apoiados deverão ter as seguintes características:

- a partir de 600 competidores;
- garantia de infraestrutura referente a segurança;
- garantia de suporte médico aos participantes (para casos de intercorrência durante a prova).

Os objetivos para o apoio são diversos. Trata-se de um tipo de ação que atinge públicos distintos e com apelo coletivo, pois evidencia a prática esportiva e todos os benefícios a ela relacionados. Por isso, elencamos os principais objetivos para apoiar eventos desta natureza:

- Através da prática esportiva, chamar a atenção da população para o uso racional da água (com distribuição de material informativo; e mensagens nas camisas dos participantes);
- Promover a prática de exercícios e hábitos de vida saudável junto a população;
- Demonstrar, na prática, o engajamento do projeto com a comunidade;
- Gerar mídia espontânea positiva para o projeto.

**PROJETOS CULTURAIS** - A proposta é apoiar um projeto cultural na Região Metropolitana de Fortaleza. O projeto a ser escolhido deverá, como premissa, promover o regionalismo nas suas produções, fortalecendo, assim, a identidade e símbolos socioculturais inerentes à RMF.

Com isso, promoveremos o fomento à cultura regional, também incentivando outras empresas a participarem de projetos culturais que, de alguma maneira, ofereçam oportunidade de contato de jovens com essas atividades artísticas, principalmente os que pertencem às camadas economicamente menos favorecidas. Com esta proposta, objetivamos:

- Promover/fomentar a prática artística na Região Metropolitana de Fortaleza;
- Incentivar e valorizar a participação de jovens na iniciação cultural;
- Demonstrar, na prática, o engajamento do projeto com a comunidade;
- Gerar mídia espontânea positiva para o projeto.
- Incentivar a entrada de outras empresas em projetos de fomento à cultura na RMF, como forma de possibilitar a continuidade dos mesmos.

NOTA<sup>1</sup>: A RMF tem diversos projetos na área de cultura ou de iniciação cultural/artística em plena atividade. Um bom exemplo é o Vila das Artes, apoiado pelo Governo do Estado do Ceará e pela Prefeitura de Fortaleza, com cursos regulares e gratuitos, principalmente nas áreas de teatro, dança e audiovisual. Vale destacar que os projetos em curso, em sua maioria, têm fundamentação e interesse social, gerando oportunidades para jovens de famílias de baixa renda. Além disso, os cursos de audiovisual têm formado mão-de-obra qualificada para o mercado, o que pode, também, justificar propostas de parcerias de estágios supervisionados no setor de comunicação do empreendimento.

NOTA<sup>2</sup>: A capilaridade de cada proposta/evento informado será pontual. É necessário considerar a comunicação prévia e posterior de cada um nos canais oficiais do projeto, além da atividade da Ascom na busca de mídia espontânea nos veículos de imprensa locais. Desta forma, o alcance da informação será majorado e os resultados positivos serão expressivos.

## 9. Fiscal

Como já evidenciado, o projeto em estudo consiste na construção da usina de dessalinização e na prestação de serviços para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), portanto o risco assumido pelo privado é inteiramente atrelado à demanda da CAGECE durante o período da concessão.

No entanto, pelo projeto se revestir do formato jurídico de parceria público-privada, na modalidade concessão administrativa, o risco da não existência de demanda para o produto pode ser desconsiderado, devido à existência de contraprestação fixa, paga pelo parceiro público, cujo valor deve cobrir todos os custos fixos da operação e os investimentos realizados, além de assegurar taxa interna de retorno atrativa. Já os custos variáveis de operação deverão ser custeados por uma contraprestação variável, paga pelo parceiro público na conformidade do volume de água que lhe seja efetivamente fornecido, ou seja, evidente que o arranjo contratual mitigou – ou mesmo eliminou – o risco de demanda.

Como um dos objetivos deste tópico é saber a capacidade de o parceiro público realizar tanto os pagamentos das contraprestações fixas, como das contraprestações variáveis, fez-se necessária a análise dos impactos que a inclusão dos efeitos do contrato de PPP terão sob as finanças da CAGECE.

Um outro objetivo trata-se dos tributos e impostos do projeto.

### 9.1 Capacidade de pagamento da Cagece

No intuito de verificar a capacidade do parceiro público de honrar as contraprestações fixas e variáveis a serem pagas no caso de efetivação do contrato da PPP de dessalinização, foi realizada uma projeção do fluxo de caixa da Cagece.

Na projeção realizada a preços constantes para o período de trinta anos, foram verificados os indicadores financeiros do fluxo, a exemplo da taxa interna de retorno e do lucro líquido da companhia. Posteriormente foram inseridas na projeção as contraprestações referentes a dessalinização.

Como principais premissas para projeção, utilizou-se os demonstrativos financeiros de 2017, assim como dados operacionais e comerciais. Não foi considerado incremento de receita proveniente da dessalinização, uma vez que esse volume será para segurança hídrica, sendo utilizado em caso de diminuição da produção convencional, tendendo a manter o mesmo volume ofertado.

O objetivo dessa análise foi verificar o reajuste tarifário real, sobre os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado do Ceará, necessário à manutenção do equilíbrio financeiro atual do parceiro público, ou seja, da Cagece.

Verificou-se que os reajustes serão, respectivamente:

|   |       |
|---|-------|
| Reajuste Necessário Cobertura Custo fixo e variável | 8,88% |
| Reajuste Necessário Cobertura Custo fixo            | 5,68% |

## 9.2 Tributos

Em relação ao arranjo tributário do projeto, parte-se das seguintes considerações específicas.

Este Projeto terá faturamento anual maior ou igual a R\$ 78.000.000,00, adotando-se o regime de tributação pelo Lucro Real, conforme o Decreto nº 3.000, de 26 de março de 1999.

O Lucro Real considerado para fins de apuração dos impostos, corresponde ao lucro líquido operacional deduzido das taxas ajustadas:

- Depreciação dos ativos imobilizados utilizados na operação;
- Compensação de prejuízos: possibilidade de compensar eventuais prejuízos fiscais ocorridos em anos-calendário ou trimestres anteriores. Esta compensação, no entanto, é limitada ao uso de 30% do lucro real do período corrente.

Os demais tributos considerados na análise de viabilidade do projeto são descritos a seguir.

PIS/PASEP E COFINS: para a apuração da Contribuição ao Programa de Integração Social (PIS) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), foram utilizadas as alíquotas de 7,60% e 1,65% sobre a Receita Bruta respectivamente. O regime de cálculo do tributo é o não cumulativo, ou seja, admite-se o uso de créditos de PIS e COFINS para compensação do crédito desses tributos a pagar e a receber durante a construção e operação do projeto.

Para os custos e despesas operacionais (OPEX), assumimos que 70% do valor é passível de serem creditados, enquanto os investimentos (CAPEX) serão creditados integralmente conforme depreciação dos investimentos.

IRPJ E CSLL: O lucro decorrente do empreendimento estará sujeito à incidência de Imposto de Renda de Pessoas Jurídicas (IRPJ) e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), a ser calculado com base no regime de Lucro Real, considerado o volume de faturamento estimado. A alíquota vigente do IRPJ é de 15% acrescida de 10% sobre a parcela tributável que exceder a R\$ 20.000 / 1 mês. A alíquota vigente da CSLL é de 9% aplicável sobre o lucro tributável.

*Tabela 9.2.1 - Resumo Estrutura Tributária*

| Tributos Indiretos | Alíquota | Tributos Diretos | Alíquota |
|--------------------|----------|------------------|----------|
| PIS                | 1,65%    | IR               | 25,00%   |
| COFINS             | 7,60%    | CSLL             | 9,00%    |

**Fonte: Receita Federal e Legislação Municipal**

Importante mencionar que não foi considerado neste estudo o benefício fiscal da SUDENE, que beneficia pessoas jurídicas titulares de projetos de implantação, modernização, ampliação ou diversificação de empreendimentos com a redução de 75% (setenta e cinco por cento) do imposto, inclusive adicionais não-restituíveis, pelo prazo de 10 (dez) anos. Tal benefício não foi considerado pois só pode ser adquirido se o pleito for protocolizado até 31/12/2018, na atual vigência do benefício, não sendo garantida a sua renovação.

### 9.3 ISS e ICMS

O imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços (ICMS, imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação) é de competência dos Estados e do Distrito Federal. Sua regulamentação constitucional está prevista na Lei Complementar 87/1996.

O Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS), de competência dos Municípios e do Distrito Federal, tem como fato gerador a prestação de serviços constantes da lista anexa à Lei Complementar 116/2003, ainda que esses não se constituam como atividade preponderante do prestador.

No serviço público de abastecimento de água não há circulação de mercadorias, tratando-se da prestação de um serviço, não de venda de bens. Portanto, como não se trata de circulação de mercadoria, em sede de repercussão geral, o Supremo Tribunal Federal fixou a tese de que “O ICMS não incide sobre o fornecimento de água tratada por concessionária de serviço público, dado que esse serviço não caracteriza uma operação de circulação de mercadoria” (Tema 236, leading case: Recurso Extraordinário 607.056, Rel. Min. Dias Toffoli, j. 10.4.2013).

Doutro lado, mesmo sendo um serviço, a atividade não foi prevista como um dos serviços que caracterizariam fato gerador para o imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISSQN) pela Lei Complementar nº 116, de 31 de julho de 2003.

Registre-se que o autógrafo da referida lei, aprovado pelo Poder Legislativo, previa que eram fatos geradores do ISS os serviços de “*Saneamento ambiental, inclusive purificação, tratamento, esgotamento sanitário e congêneres*” e “*Tratamento e purificação de água*”, porém tais previsões foram vetadas pelo Presidente da República pelas razões seguintes:

“A incidência do imposto sobre serviços de saneamento ambiental, inclusive purificação, tratamento, esgotamento sanitários e congêneres, bem como sobre serviços de tratamento e purificação de água, não atende ao interesse público. A tributação poderia comprometer o objetivo do Governo em universalizar o acesso a tais serviços básicos.

O desincentivo que a tributação acarretaria ao setor teria como consequência de longo prazo aumento nas despesas no atendimento da população atingida pela falta de acesso a saneamento básico e água tratada”.

Como evidente, a atividade também não configura fato gerador do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISSQN). Observe-se que, nos termos da Lei nº 11.445, de 2007, e, mais especialmente de seu decreto regulamentador, há larga definição do que são serviços de saneamento, ficando fora de dúvida que as atividades de reservação de água bruta, captação, adução de água bruta, tratamento de água, adução de água tratada, reservação de água tratada e distribuição de água aos domicílios integram o conceito de saneamento, logo não configuram fato gerador de tributo.

Diante de todo o exposto, desde que se obtenham os reajustes necessários estimados e o planejamento tributário eficiente, nos termos acima propostos, conclui-se que a CAGECE apresenta uma estrutura financeira capaz de absorver os impactos financeiros gerados pelo eventual contrato de PPP. Dessa forma haverá atendimento a viabilidade financeira do projeto.

## 10. Comercial

A partir do modelo proposto de PPP, na modalidade concessão administrativa, fica sob responsabilidade do parceiro público o pagamento das contraprestações.

Como verificado no Item 9.1, onde foram analisados os impactos financeiros da PPP sob as finanças da CAGECE, conclui-se que esta apresenta uma estrutura financeira capaz de absorver os custos relativos ao futuro contrato de PPP, desde que os mencionados reajustes sejam praticados.

Importante destacar que o escopo do Projeto é o fornecimento de água potável para a CAGECE. Quem irá comercializar essa água e fazer a gestão comercial será, portanto, a própria CAGECE adotando para isso os valores estabelecidos na política tarifária da empresa transformando esse serviço (fornecimento de água potável) em receita para a própria CAGECE conforme demonstrado no item 9 – Fiscal.

## 11. Conclusões

Conforme dito na apresentação deste documento, o mesmo trata da revisão e complementação do estudo de viabilidade originalmente apresentados pela AUTORIZADA no âmbito do PMI 01/2017/CAGECE.

Considerando todas as dez dimensões avaliadas, conclui-se pelo exposto como tendo o projeto viabilidade em todas aquelas dimensões.

## 12. Equipe Participante

### 12.1. Pela CAGECE

Abaixo é listada a equipe da Cagece participante da revisão e complementação do estudo.

| CAGECE               |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Econômico-financeiro | Adalberto Napoleão de Araújo Neto |
| Ambiental            | Alisson Carlos Melo Oliveira      |
| Jurídico             | Fabiana Melo Feijão               |
| Jurídico             | Nathália Macêdo de Morais         |
| Engenharia           | Raul Tigre de Arruda Leitão       |
| Engenharia           | Ronner Braga Gondim               |
| Coordenação geral    | Silvano Porto Pereira             |

### 12.2. Pela AUTORIZADA

Abaixo é listada a equipe indicada pela Autorizada como participante da execução do estudo.

| GS INIMA   |                              |
|--|------------------------------|
| Coordenador geral                                    | Eduardo Berrettini           |
| Engenheiro Eletricista                               | Raul Castaño                 |
| Engenheiro Eletricista                               | Carlos Carretero             |
| Engenheiro de Automação                              | Albert Vazquez               |
| Engenheiro Mecânico                                  | Francisco Díez               |
| Economista   | Fernando Schlieper           |
| Advogado   | Rodrigo de Pinho Bertocelli  |
| Desenhista   | Alberto Barceló              |
| Desenhista   | Manuel Rodriguez             |
| Desenhista   | Lola López                   |
| Responsável pelo processo                            | David Gonzales               |
| Responsável pelo pré-tratamento                      | Almudena Aparicio            |
| Responsável Obras Costeiras e Marítimas              | Alberto Casado               |
| Responsável pelos Emissários e Emissários submarinos | Enrique de la Plata          |
| Responsável por SQMA                                 | Cristina San Miguel Avedillo |
| Responsável pela Eficiência Energética               | Luis Miguel Garcia           |
| Responsável pela Hidrodinâmica Marinha               | Mario Sanchez                |
| Coordenadora dos Estudos Técnicos Operacionais       | Adriana Lucas Alcaraz Lopez  |
| Engenheira de processo                               | Anna Gironés                 |
| Especialista em tubulação                            | Victor Juan                  |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>FUJITA ENGENHARIA</b>         |   |
| Coordenador Setorial             | Paulo Ayrton Cavalcante Araújo          |
| <b>BF CAPITAL</b>                |   |
| Diretor Financeiro               | Renato José Silveira Lins Sucupira      |
| Diretor Financeiro               | Jacy do Prado Barbosa                   |
| Diretor Financeiro               | Felipe Guidi                            |
| Analista Financeiro              | Otávio Fernandes                        |
| Analista Financeiro              | André Veloso                            |
| Analista Financeiro              | Gabriel Colturato                       |
| Analista Financeiro              | Bruno Taveira                           |
| <b>MANESCO ADVOGADOS</b>         |   |
| Advogado                         | Florian Peixoto de Azevedo Marques Neto |
| Advogado                         | Wladimir Antônio Ribeiro                |
| Advogado                         | Marcos Augusto Perez                    |
| Advogado                         | Raquel Lamboglia Guimarães              |
| <b>TEIXEIRA ENGENHARIA</b>       |   |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Nuno Pinto                              |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Samuel Paim                             |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Daniele Cezarete                        |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Vitor Faria                             |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Carlos Fernandes Jorge                  |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Abílio Garcia Castro                    |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Nuno Martins                            |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Olivier Passos                          |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Nuno Vaz                                |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Mario Augusto                           |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Célia Tenente                           |
| Engenheiro Civil, ou Sanitarista | Nuno Abecassis                          |
| Arquiteto                        | Pedro Vicente                           |
| Arquiteto                        | Rui Nunes Santos                        |
| Arquiteta                        | Maria Inês Nogueira                     |