



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR RODRIGUES DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA WEB PARA CONTROLE DE DENSIDADE E
NÍVEL DA SALMOURA PARA PRODUÇÃO DE SAL MARINHO**

ANGICOS

2021

JOÃO VICTOR RODRIGUES DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA WEB PARA CONTROLE DE DENSIDADE E
NÍVEL DA SALMOURA PARA PRODUÇÃO DE SAL MARINHO**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Rogério Taygra Vasconcelos
Fernandes, Prof. Dr.

ANGICOS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S719d Souza, João Victor Rodrigues de.
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA WEB PARA CONTROLE
DE DENSIDADE E NÍVEL DA SALMOURA PARA PRODUÇÃO DE
SAL MARINHO / João Victor Rodrigues de Souza. -
2021.
44 f. : il.

Orientador: Rogério Taygra Vasconcelos
Fernandes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. indústria 4.0. 2. salinas solares. 3.
sistema de informações. I. Fernandes, Rogério
Taygra Vasconcelos, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOÃO VICTOR RODRIGUES DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA WEB PARA CONTROLE DE SALINIDADE
NÍVEL DA SALMOURA PARA A PRODUÇÃO DE SAL EM SALINAS SOLARES**

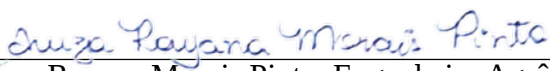
Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 19 / 11 / 2021.

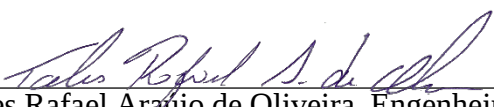
BANCA EXAMINADORA



Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Aruza Rayana Moraes Pinto, Engenheira Agrônoma
Membro Examinador



Tales Rafael Araújo de Oliveira, Engenheiro Civil
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado energia física e mental para concluir esse curso.

Agradeço a minha família pela compreensão e apoio que me foi dado ao longo desses anos, em especial a minha mãe que sempre me incentivou em todos os momentos de dificuldade.

Agradeço a minha namorada Ingryd Kely Cosme Melo, que por um bom tempo foi minha colega de curso e que em inúmeros momentos me motivou.

Agradeço a meu avô que embora não esteja mais aqui comigo, mas que sempre me deu ótimos conselhos nos momentos de cansaço.

Agradeço aos professores que contribuíram para que estivesse hoje prestes a me formar e que me ensinaram não apenas coisas de engenharia, mas coisas de humanidade.

Agradeço especialmente ao professor Rogério Taygra de Vasconcelos Fernandes, que além de professor, incentivador, se tornou meu amigo e daqueles que a gente leva pra vida.

Agradeço ao meu colega de ensino médio Caio Vinicius Saldanha Silva que está entre os motivos pelos quais escolhi este curso.

Agradeço aos meus colegas de curso Carlos Jorge Bezerra França, Leonardo de França Almeida, Maria de Lourdes Xavier de França Neta pelo companheirismo dedicado ao longo dos anos.

Agradeço aos meus colegas do grupo Lenovo que sempre estiveram presentes tornando os dias mais leves e descontraídos.

RESUMO

O sal está inserido no grupo das matérias-primas fundamentais para a indústria, apresentando as mais diversas aplicações nesse segmento, entre as quais: a produção de cloro, de soda cáustica, de hidróxido de sódio, de vidro, de plásticos, de borrachas e de outras dezenas de produtos das indústrias químicas, metalúrgicas e alimentares. No Brasil a produção de sal carece de desenvolvimento tecnológico, mantendo as técnicas produtivas praticamente inalteradas nos últimos 50 anos. Isso ocasionou a total dependência dos chamados “feitores de sal”, homens e mulheres com décadas de experiência na atividade que detêm o conhecimento empírico de como realizar seu manejo. Isso implica em um cenário preocupante no que diz respeito ao futuro das salinas brasileiras, especialmente em um momento em que diversos setores industriais já discutem a implementação da chamada “Indústria 4.0” ou quarta revolução industrial. Nesse sentido, neste trabalho realizou-se um estudo sobre as salinas solares e seus métodos produtivos e com o auxílio de tecnologias da informação projetou-se e desenvolveu-se um sistema de informações web capaz de auxiliar os gestores das salinas no monitoramento parâmetros chaves para a produção do sal como a densidade e nível da salmoura ao longo de um circuito produtivo de forma mais organizada e eficiente.

Palavras-chave: indústria 4.0. salinas solares. sistema de informações.

ABSTRACT

Salt is included in the group of fundamental raw materials for the industry, with the most diverse applications in this segment, including: the production of chlorine, caustic soda, sodium hydroxide, glass, plastics, rubbers and dozens of other products from the chemical, metallurgical and food industries. In Brazil, the production of salt lacks technological development, keeping production techniques practically unchanged in the last 50 years. This led to the total dependence of the so-called “salt workers”, men and women with decades of experience in the activity who have empirical knowledge of how to manage it. This implies a worrying scenario with regard to the future of Brazilian salt pans, especially at a time when several industrial sectors are already discussing the implementation of the so-called “Industry 4.0” or fourth industrial revolution. In this sense, in this work a study was carried out on solar salt pans and their production methods and with the help of information technologies, a web information system was designed and developed capable of helping salt pan managers in monitoring key parameters for the production of salt as the density and level of brine along a production circuit in a more organized and efficient way.

Keywords: industry 4.0. solar salt flats. information system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Lagoa artificial para extração de sal	20
Figura 2	– Salina dividida em evaporadores e cristalizadores	21
Figura 3	– Maquete de modelo de salinas mecanizadas atualmente	22
Figura 4	– Diagrama representando arquitetura Cliente-Servidor	23
Figura 5	– Diagrama representando a um exemplo de comunicação via API	24
Figura 6	– Diagrama das etapas de desenvolvimento do sistema ISalt	26
Figura 7	– Diagrama de casos de uso do ISalt	28
Figura 8	– Diagrama Entidades-Relacionamento do ISalt	29
Figura 9	– Protótipo de baixa fidelidade das telas de: (a) cadastro de medições (b) gerenciamento de pontos de monitoramento (c) visualização de medições ..	30
Figura 10	– Tela de login do ISalt	36
Figura 11	– Tela de cadastro de usuários do ISalt	36
Figura 12	– Tela de listagem de salinas do ISalt	37
Figura 13	– Tela de cadastro de salina do ISalt	37
Figura 14	– Tela de detalhes de uma salina no ISalt	38
Figura 15	– Tela gerenciamento de pontos de controle do ISalt	39
Figura 16	– Formulário de cadastro e atualização de um ponto de controle no ISalt	39
Figura 17	– Tela de coleta de medições do ISalt	40
Figura 18	– Tela de visualização de medições por grupo de pontos Serra Vermelha no ISalt	41
Figura 19	– Tela de visualização de medições de ponto individual Serra Vermelha no ISalt	42

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	–	Localização da salina Serra Vermelha com imagens de satélite do Google....	46
Mapa 2	–	Circuito produtivo da salina Serra Vermelha	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo geral.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 História da produção de sal.....	18
2.2 Importância da indústria salineira.....	19
2.3 Processo de produção por evaporação solar.....	20
2.3.1 Produção em Lagoas Artificiais.....	20
2.3.2 Produção Dividida em Etapas.....	21
2.3.3 Produção Mecanizada.....	22
2.4 Aplicativos web.....	23
2.5 Arquitetura cliente servidor.....	23
2.6 API REST.....	24
2.6.1 Identificação de Recursos.....	25
2.6.2 Manipulação de Recursos por meio de Representações.....	25
2.6.3 Mensagens Auto-descritivas.....	25
2.6.4 Hipermissão Como Mecanismo de Estado do Aplicativo.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Elicitação de Requisitos.....	27
3.1.1 Diagrama de Casos de Uso.....	27
3.1.2 Diagrama Entidades-Relacionamento.....	28
3.1.3 Protótipos de Interface de Usuário.....	29
3.2 Tecnologias Utilizadas para implementação.....	30
3.2.1 A Linguagem Javascript.....	31
3.2.2 O NodeJS.....	31

3.2.3 O Sistema de Banco de Dados PostgreSQL.....	31
3.2.4 A biblioteca ReactJS	31
3.3 Validação do Sistema Em Uma Salina.....	32
3.3.1 Mapeamento do circuito produtivo.....	32
3.3.2 Identificação dos pontos de medição.....	33
4 RESULTADOS.....	35
4.1 API REST.....	35
4.2 Cliente Web.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O sal comum (Cloreto de sódio – NaCl) é uma substância de extrema importância e de grande utilidade para a humanidade desde as civilizações antigas (PAIVA; PENNA, 2002). Um dos métodos mais tradicionais para obtenção do sal é por meio da evaporação da água do mar nas chamadas “salinas”. Este processo se dava (e ainda se dá) de maneira natural em zonas costeiras de regiões áridas e semiáridas do mundo, e deu origem às primeiras salinas naturais (COSTA et al., 2014).

Com o passar dos séculos, essas técnicas evoluíram e as salinas naturais, passaram a ser modificadas e adaptadas pelo homem, originando as salinas artificiais, constituídas por um conjunto de tanques escavados em terra, conectados entre si, por onde a água captada é gradualmente evaporada enquanto circula por ação da gravidade ou por meio do uso de motobombas (MEDEIROS et al., 2015).

No Brasil, o Rio Grande do Norte é o estado responsável por cerca de 95% da produção nacional de sal, sendo a maior parte das salinas situadas na região litorânea, devido a suas boas condições climáticas e geográficas que favorecem o processo de extração. Para a economia local esta é uma atividade relevante pois gera em torno de 70 mil empregos de maneira direta e indireta de acordo com o Sindicato das Indústrias de Extração do Sal do Estado do Rio Grande do Norte (SIESAL) em 2016.

Embora a atividade salineira tenha um importante papel histórico, econômico e social, o modelo de produção de sal adotado no Brasil carece de desenvolvimento tecnológico, mantendo as técnicas produtivas praticamente inalteradas nos últimos 50 anos (FERNANDES, 2019). Na prática, a produção de sal ainda é totalmente dependente dos chamados “feitores de sal”, homens e mulheres com décadas de experiência na atividade que detêm o conhecimento empírico de como realizar seu manejo.

A dependência do conhecimento de poucos indivíduos e a falta de conhecimento tecnificado implica em um cenário preocupante no que diz respeito ao futuro das salinas brasileiras, especialmente em um momento em que diversos setores industriais já discutem a implementação da chamada “Indústria 4.0” ou quarta revolução industrial, que promete modificar de maneira irreversível os sistemas produtivos em escala global.

Nas salinas solares o controle da produção se dá por meio do monitoramento manual das variáveis chaves nas lagoas, como a concentração de sal e altura da lâmina de água. Para

isso é necessário ir a campo obter esses dados com o auxílio de equipamentos adequados e posteriormente transcrever os valores obtidos para o papel, e assim orientar as ações de manejo. O mal controle dessas informações além de poder gerar prejuízos ou subaproveitamento do potencial da salina, também pode resultar em impactos negativos para o meio ambiente, entre estes podemos citar o lançamento de efluentes (água-mãe) e geração de resíduos, ocasionando a contaminação direta ou indireta da água/solo, causando morte/afugentamento de espécies locais, além de toxidades para as plantas.

Este trabalho objetivou o projeto e desenvolvimento do ISalt, um sistema de informações web capaz de auxiliar os gestores das salinas a controlar e analisar de modo mais organizado e eficiente os parâmetros densidade do sal e nível da salmoura, digitalizando um processo que hoje ocorre de forma manual e implementando uma base de código que possa ser estendida para abranger todo o processo produtivo em futuras melhorias.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver o ISalt, um sistema web para coleta e visualização de dados de controle de circuitos de salinas solares.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar revisão de literatura acerca da produção de sal em salinas solares e de conceitos da computação que permitirão a elaboração do sistema.
- Levantar os requisitos do sistema
- Elaborar o diagrama de casos de uso do sistema
- Elaborar o diagrama Entidade- Relacionamento do sistema
- Desenvolver a API no padrão REST que será consumida pela aplicação cliente web
- Prototipar e desenvolver a interface de usuário do cliente web
- Validar o sistema em uma salina real
- Mapear o circuito produtivo da salina
- Identificar os pontos de medição para controle do circuito

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História da produção de sal

A busca do homem pelo sal na natureza é anterior ao surgimento das primeiras civilizações. O homem primitivo descobriu as primeiras reservas de sal ao acompanhar a trilha de animais que migravam em busca de locais onde a água do mar encharcava o solo e, devido a evaporação, formava depósitos naturais deste mineral. Com o tempo, estas trilhas se tornaram estradas, e nas proximidades dessas, surgiram povoados e assentamentos (BLOCH, 2016).

As salinas têm sido utilizadas pelo homem há milênios, onde as primeiras referências sobre a extração de sal a partir da água do mar foram da China, durante a dinastia do Imperador Huang, há 2.500 a.C. O procedimento usado era o mesmo utilizado nas salinas tradicionais de algumas partes da África, América do Sul e Oceania, consistindo em represar a água do mar em diques de argila e aguardar a precipitação de sal, com uma predominância de NaCl e alto conteúdo de sais de cálcio e magnésio. (COSTA et. al, 2014).

O Império Romano, por sua vez, reconheceu a essencialidade desse mineral ao subsidiar o seu preço e garantir o “Sal para todos”. Dessa forma, ao passo que esse composto deveria ser disponibilizado para o cidadão comum, também era imprescindível para os legionários que conquistavam e mantinham o gigantesco império. Fato é que nesse período os soldados passaram a ser pagos em sal, dando origem às palavras “salário”, “soldo” (pagamento em sal) e “soldado” (aquele que recebeu o pagamento em sal). (FERNANDES, 2021).

No Tibete, o explorador Marco Polo observou que minúsculos blocos de sal eram prensados com imagens do Grand Khan (título equivalente a imperador) e utilizados como moedas e na Grécia antiga, os escravos eram muitas vezes trocados por sal. Em Tombuctu, cidade do centro de Mali, Comerciantes do século XII negociavam o sal com preços similares ao ouro, e ainda hoje esse mineral utilizado como dinheiro entre os nômades do deserto de Danakil, na Etiópia (KURLANSKY, 2010).

2.2 Importância da indústria salineira

Embora na atualidade o sal não possua o mesmo valor que tinha em tempos antigos, sua importância não diminuiu, e sua utilização na sociedade moderna vai muito além dos saleiros e nossas cozinhas. Se até o início do século XX o sal era essencialmente usado como tempero ou como produto medicinal, hoje ele está inserido no grupo das matérias-primas fundamentais para a indústria, apresentando as mais diversas aplicações nesse segmento, entre as quais: a produção de cloro, de soda cáustica, de hidróxido de sódio, de vidro, de plásticos, de borrachas e de outras dezenas de produtos das indústrias químicas, metalúrgicas e alimentares. (FERNANDES, 2021).

A indústria química é de longe o maior consumidor de sal, utilizando cerca de 60% da produção total desse mineral. Para além disso, cerca de 30% do sal é usado na alimentação (direta e indiretamente) e o restante é aplicado em atividades e setores como o tratamento de águas, e na produção agropecuária (MACHINE, 2005). Dentro da indústria, a aplicação do sal é altamente diversificada, e vai desde produção de artigos menos processados, como conservas, panificação, laticínios, couros e peles até a indústria química mais elaborada, com a têxtil, plásticos, indústria metalúrgica e medicamentos.

O sal desempenhou e ainda desempenha um papel de destaque na sociedade, sendo o atendimento de sua demanda crescente um requisito fundamental para a manutenção e desenvolvimento de diversas atividades produtivas. Hoje, felizmente, essa produção pode ser assegurada pela extração de sal em minas e reservas milenares, juntamente com áreas especialmente preparadas para essa finalidade, conhecidas popularmente como salinas.

No Brasil, o Rio Grande do Norte é o estado responsável por cerca de 95% da produção nacional de sal, sendo a maior parte das salinas situadas na região litorânea, devido a suas boas condições climáticas e geográficas que favorecem o processo de extração. Para a economia local esta é uma atividade relevante pois gera em torno de 70 mil empregos de maneira direta e indireta de acordo com o Sindicato das Indústrias de Extração do Sal do Estado do Rio Grande do Norte (SIESAL) em 2016.

2.3 Processo de produção por evaporação solar

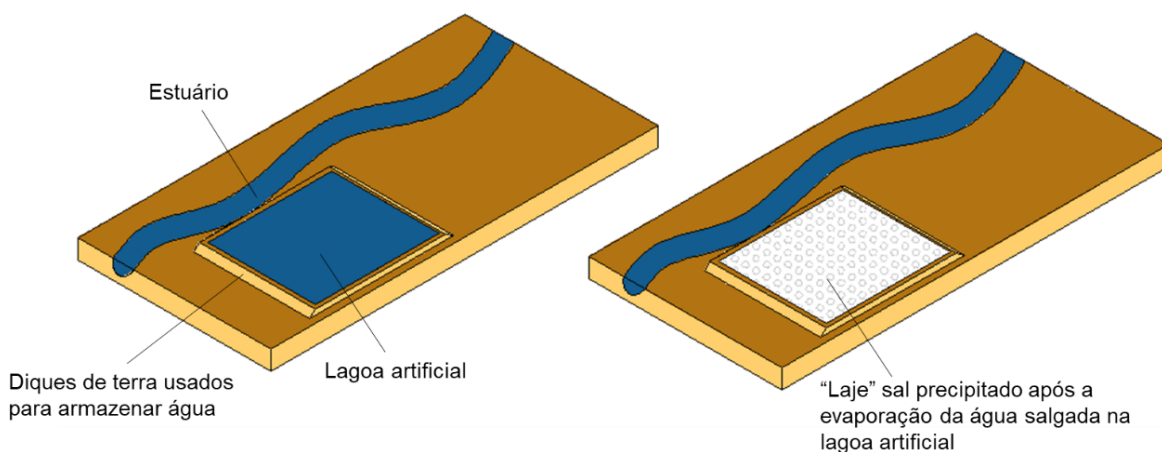
A forma mais antiga e tecnicamente simples para obtenção do sal é a partir da evaporação da água do mar. A água do mar é constituída por diversas substâncias, totalizando cerca de 70 elementos dissolvidos, mas que em sua maioria estão presentes em quantidades baixas. Destacando-se alguns íons que formam cerca 90% da massa dos sais dissolvidos, sendo os dois principais o ânion de cloreto (Cl^-) e o cátion de sódio (Na^+) que juntos correspondem a mais de 80% da concentração. (FERNANDES, 2021).

No que se refere ao processo produtivo, pode-se dizer que ao longo do tempo as salinas solares passaram por três fases distintas, onde em cada uma buscava-se obter melhor produtividade quantitativamente e qualitativamente.

2.3.1 Produção em Lagoas Artificiais

Na primeira fase, foram criadas lagoas artificiais nos locais onde havia a formação das salinas naturais, por meio da construção de diques de argila, que possibilitavam o maior acúmulo de água por ocasião das marés altas e, conseqüentemente, aumentava a produção do sal (Figura 1). Pode se dizer que nessa fase as salinas funcionavam como imensas “painéis de barro” em que a água do mar retida evaporava sem nenhuma interferência do homem. Embora o processo fosse simples e atendesse a demanda local, o sal produzido era de baixa qualidade e com a presença de sais de cálcio e magnésio, além de diversos insolúveis.

Figura 1 - Lagoa artificial para extração de sal

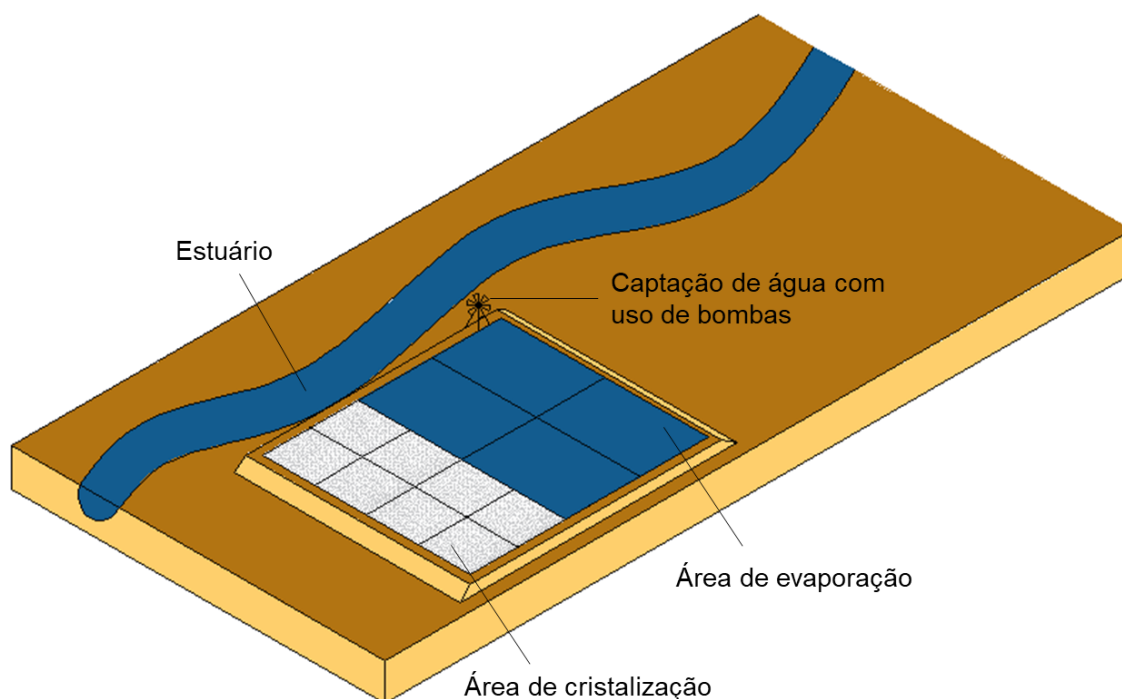


Fonte: Fernandes, 2021

2.3.2 Produção Dividida em Etapas

A necessidade do aumento na produção de sal, bem como da melhoria de sua qualidade, estimulou a evolução do processo, e a área produtiva passou a ser dividida em etapas como visto na Figura 2. A primeira parte da área foi denominada de evaporadores, para qual a água do estuário era drenada, ainda em função das marés de sizígia ou com auxílio de cata-ventos, e ficava até atingir a concentração de 25°Bé (graus baumé), quando então era transferida para a segunda parte da salina - denominada cristalizadores - onde a salmoura ficava até atingir 29 graus baumé (°Bé). Essa simples alteração no processo de produção propiciou a criação de um estoque de salmoura saturada de NaCl, além de diminuir consideravelmente a contaminação por sais de cálcio, que se precipitavam ainda na primeira parte. Em contrapartida, tal alteração exigiu maior intervenção dos produtores, que tinham que controlar o fluxo da água entre as partes das salinas.

Figura 2 - Salina dividida em evaporadores e cristalizadores

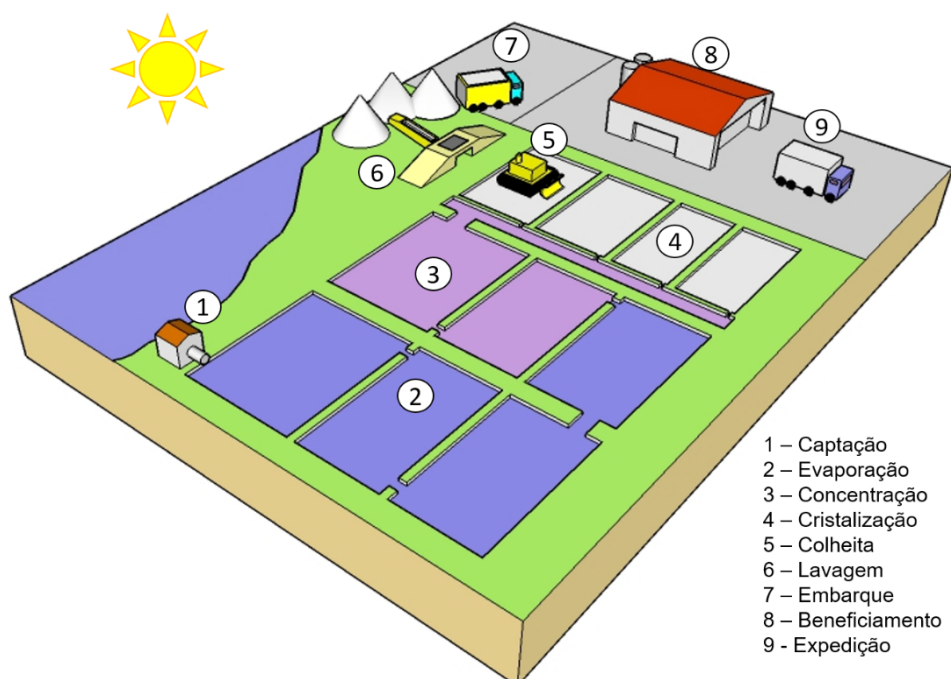


Fonte: Fernandes, 2021

2.3.3 Produção Mecanizada

Estimulada pelo crescimento da indústria, que nesse momento tornou-se mais exigente quanto à qualidade do sal, e possibilitada pelo advento da mecanização, as salinas passaram a ser abastecidas por meio de bombas hidráulicas acionadas por motores elétricos. Com a mecanização as salinas tornaram-se independentes das marés e, adicionalmente, aumentaram consideravelmente suas áreas alagadas. A partir desse ponto, o processo produtivo foi dividido em várias etapas, constituídas de múltiplas lagoas interconectadas. A partir da evaporação e consequente aumento da salinidade, a salmoura é bombeada ou passada por gravidade para o próximo tanque, nos quais a salinidade é mantida dentro de curtos intervalos de variação, sendo essencialmente constante. Assim, cada evaporador pode ser considerado em equilíbrio de biota, com as comunidades adaptadas e estabelecidas em relação a salinidade (Pedrós-Alió et al., 2000) e a concentração em todos os pontos de passagem de salmoura, em um regime conhecido como “fluxo estabilizado”. Além disso, a produção passou a ser associada com outras etapas, objetivando a melhoria da qualidade do sal, com destaque para os processos de lavagem e beneficiamento como visto na Figura 3.

Figura 3 - Maquete de modelo de salinas mecanizadas atualmente



Fonte: Fernandes, 2021.

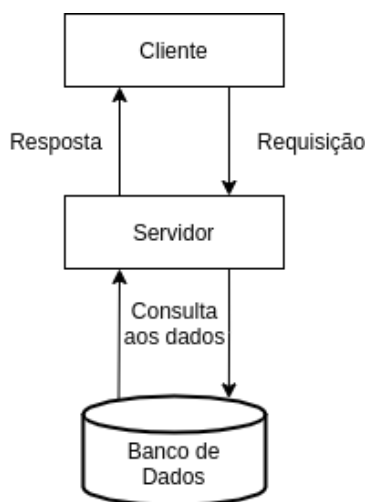
2.4 Aplicativos web

A Web se concretizou como um importante modo de comunicação comercial ou não, e isso trouxe maiores necessidades de agilidade e usabilidade dos sites e sistemas. (RIBEIRO et al., 2015) . Os aplicativos web são mais baratos de desenvolver, mais flexíveis, têm custos de manutenção mais baixos, têm menor tempo de *download*, são mais fáceis de atualizar, além de não precisar de lojas de aplicativos para fazer *download*. (COLLINS, 2019).

2.5 Arquitetura cliente servidor

O modelo arquitetural Cliente-Servidor é dividido em módulos ou processos distintos. Um módulo é responsável pela manutenção da informação (servidor) e o outro é responsável pela obtenção dos dados (cliente). Os módulos cliente enviam pedidos (requisições) para o módulo servidor, e este por sua vez processa e envia os resultados (respostas) dos pedidos. É no módulo servidor que são realizadas as consultas ao banco de dados, ou seja, o cliente não tem acesso direto aos dados. Uma característica dos sistemas que implementam a arquitetura Cliente-Servidor é que deve haver um balanceamento entre as partes para que não haja sobrecarga em alguma e o sistema venha a colapsar. A interação entre os módulos Cliente-Servidor é realizada de forma cooperativa, onde o cliente atua de forma ativa, requisitando informações e o servidor de forma reativa, enviando respostas às solicitações do cliente. (BARRETO, 2005).

Figura 4 - Diagrama representando arquitetura Cliente-Servidor

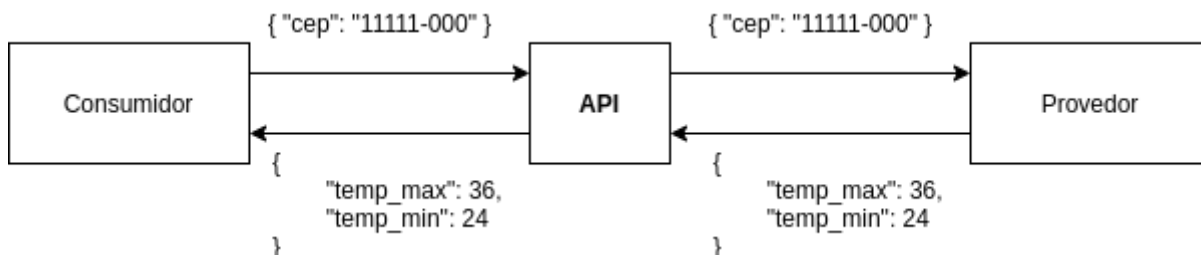


Fonte: Autoria própria

2.6 API REST

Uma API (Application Programming Interface), que em português significa Interface de Programação de Aplicações, é um conjunto de definições e protocolos que visam facilitar o desenvolvimento e integração de aplicações. As APIs são descritas comumente como um contrato entre duas partes como a Figura 5 representa, sendo uma delas o provedor de informações e a outra o consumidor destas. Este contrato visa estabelecer o conteúdo que o consumidor deve fornecer para que o provedor lhe retorne uma resposta. Como exemplo podemos citar um serviço meteorológico (o provedor), para o qual um aplicativo em um dispositivo móvel (o consumidor) precisaria informar um Código de Endereçamento Postal (CEP) para obter os valores máximos e mínimos de temperatura relacionados ao local. Não há necessidade que o consumidor conheça os detalhes de como o provedor obteve os valores de temperatura, mas apenas que este saiba o que deve informar para recebê-los. (REDHAT, 2020).

Figura 5 - Diagrama representando a um exemplo de comunicação via API



Fonte: Autoria própria

O termo REST (Representational State Transfer) que em português significa Transferência de Estado Representacional se refere a uma API que implementa o estilo arquitetural REST. Este estilo arquitetural foi apresentado pela primeira vez no ano de 2000 pelo cientista da computação Roy Fielding em sua tese de doutorado pela Universidade da Califórnia. O REST se utiliza da independência entre as partes imposta pelo padrão Cliente-Servidor e adiciona a este um conjunto de restrições que visam fornecer uma interface uniforme orientada ao comportamento dos componentes de um sistema (RESTFUL.NET, 2021). As restrições para se obter uma API no estilo REST são apresentadas a seguir.

2.6.1 Identificação de Recursos

A interface deve identificar exclusivamente cada recurso envolvido na interação entre o cliente e o servidor.

2.6.2 Manipulação de Recursos por meio de Representações

Os recursos devem ter representações uniformes na resposta do servidor. Os consumidores de API devem usar essas representações para modificar o estado dos recursos no servidor.

2.6.3 Mensagens Auto-descritivas

Cada representação de recurso deve conter informações suficientes para descrever como processar a mensagem. Ele também deve fornecer informações sobre as ações adicionais que o cliente pode executar no recurso.

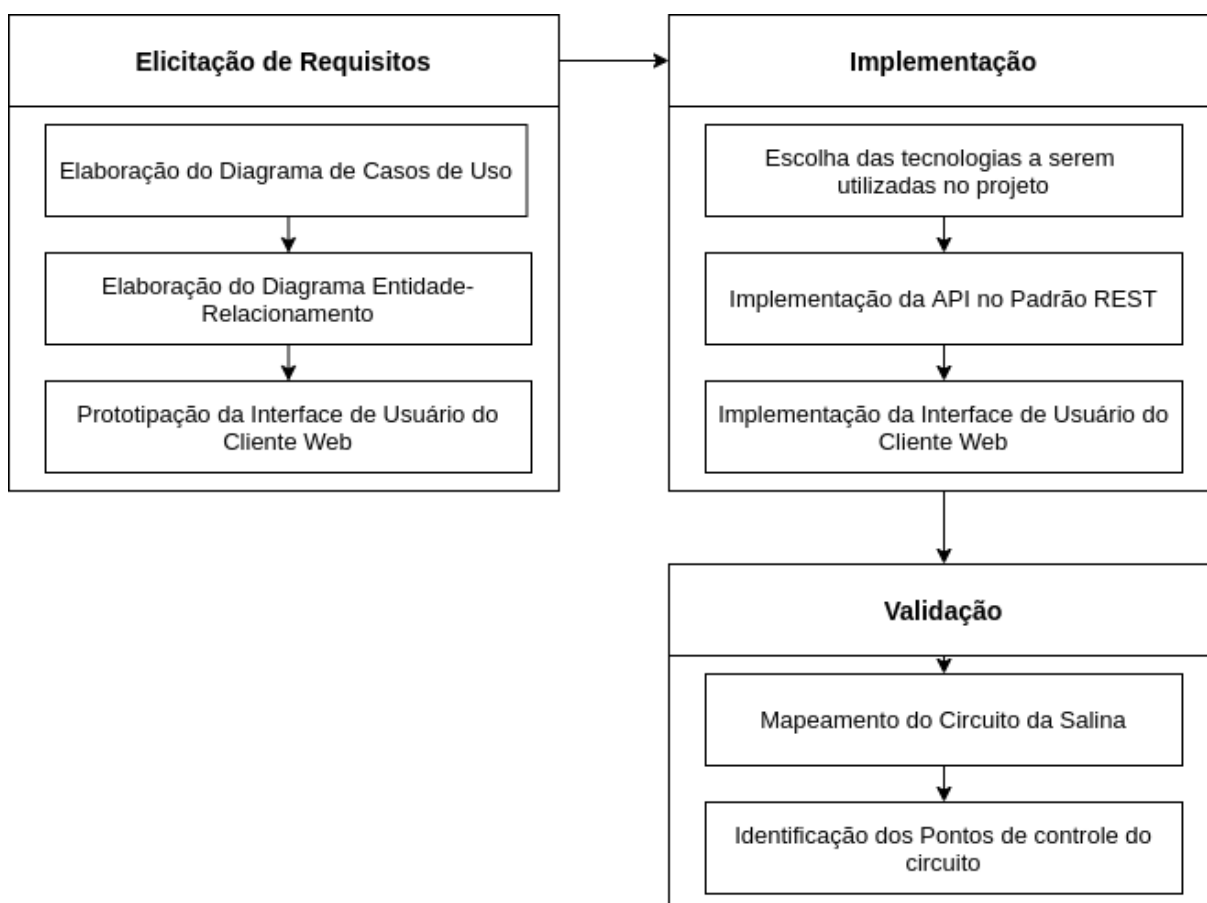
2.6.4 Hipermídia Como Mecanismo de Estado do Aplicativo

O cliente deve ter apenas o URI (Uniform Resource Identifier), em português Identificador de Recursos Universal inicial do aplicativo. O aplicativo cliente deve conduzir dinamicamente todos os outros recursos e interações com o uso de hiperlinks.

3 METODOLOGIA

O projeto do sistema ISalt foi desenvolvido em três etapas, como mostra a Figura 6. Na primeira etapa foi realizada a elicitação dos requisitos do sistema, que produziu os seguintes artefatos: o diagrama de casos de uso, o diagrama entidade-relacionamento e o protótipo de baixa fidelidade da interface de usuário do cliente. Na segunda etapa foi realizada a escolha das tecnologias a serem utilizadas no projeto, realizada a implementação da API REST com base no diagrama de casos de uso e diagrama de entidade-relacionamento e implementada a interface de usuário do cliente com base no protótipo produzido na etapa anterior. Na terceira etapa foi realizada a validação do sistema através da aplicação em uma salina real, sendo necessário realizar o mapeamento do circuito da salina e identificação dos pontos de controle do circuito.

Figura 6 - Diagrama das etapas de desenvolvimento do sistema ISalt



Fonte: Autoria própria

3.1 Elicitação de Requisitos

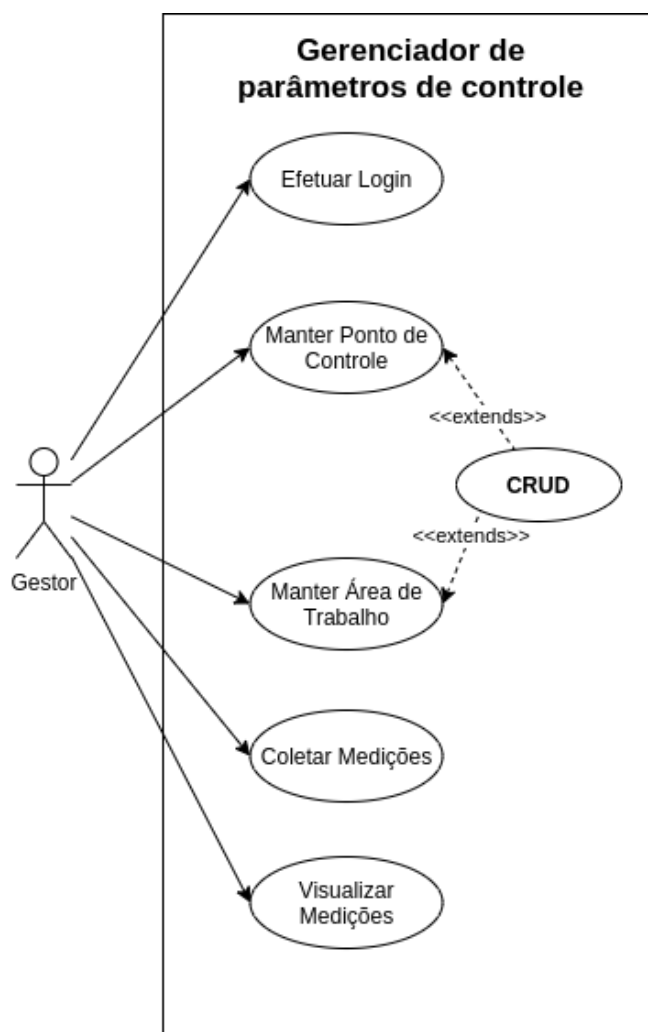
O processo de elicitação de requisitos foi a primeira etapa do projeto do sistema de monitoramento. Sua realização se deu com o objetivo de entender as necessidades que culminaram para o desenvolvimento do sistema e delimitar o que seria implementado. Para o entendimento e identificação dos requisitos foi necessário abordar os quatro componentes principais do processo elicatório. O primeiro componente se refere ao entendimento do domínio da aplicação, que diz respeito ao conhecimento geral de onde o sistema será aplicado. O segundo se refere ao entendimento dos detalhes específicos problema do cliente onde o sistema será aplicado. O terceiro se refere ao entendimento de como o sistema interage e contribui de forma geral com os objetivos do negócio. O quarto componente se refere ao entendimento das necessidades e limitações específicas das pessoas que utilizarão o sistema no seu trabalho.

Para a elicitação baseada nos quatro componentes citados foram utilizadas as técnicas de entrevistas e *brainstormers*. As entrevistas ocorreram através de videochamadas em plataforma online e contaram com a participação do professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, que possui mais de uma década de experiência acerca da indústria salineira, além de vasto conhecimento sobre o mapeamento de circuitos produtivos em salinas solares. O professor também possui livros e diversas publicações de artigos científicos que abordam o assunto das salinas, além de desenvolver projetos de pesquisa e extensão na área.

3.1.1 Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de casos de uso é utilizado normalmente nas fases de levantamento de requisitos do sistema, e pode ser consultado durante todas as fases de desenvolvimento, servindo de base para outros diagramas. Este diagrama apresenta uma linguagem simples e de fácil entendimento para que se possa ter uma ideia geral do funcionamento do sistema. Procura identificar os atores (usuários, outros sistemas ou até mesmo algum hardware especial) que utilizarão de alguma forma o software, ou seja, as funcionalidades que o sistema disponibilizará aos atores, conhecidas neste diagrama como casos de uso. (GUEDES, 2009). O diagrama de casos de uso do ISalt é apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Diagrama de casos de uso do ISalt



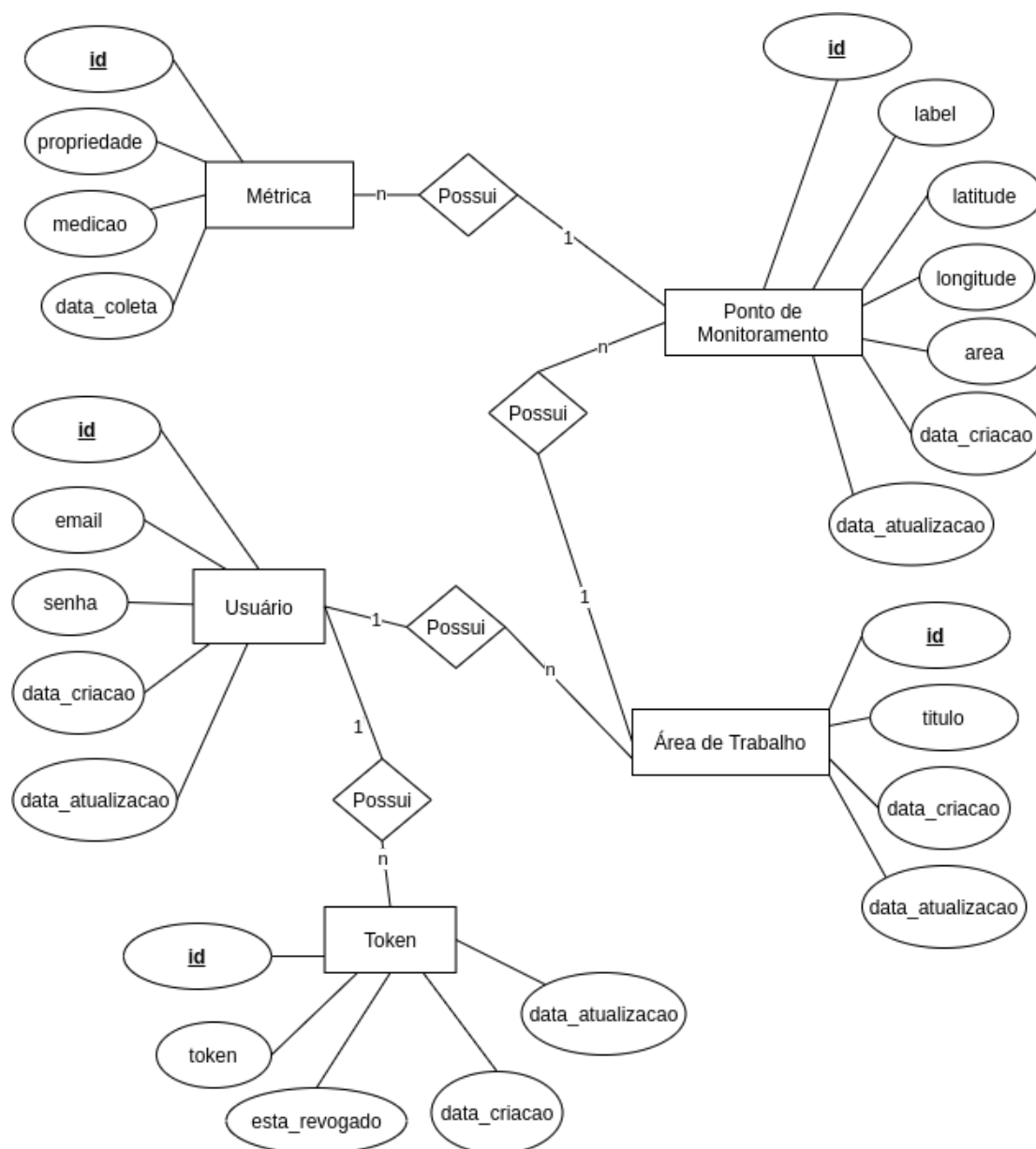
Fonte: Autoria própria

3.1.2 Diagrama Entidades-Relacionamento

O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) é uma representação gráfica que apresenta o modelo lógico do banco de dados, ou seja, demonstra como esse banco funcionará, como será a sua estrutura. Para construir o DER adequadamente, deve-se utilizar um conjunto definido de símbolos. No DER as entidades são modeladas por meio de retângulos e representam um objeto do mundo real, seja este de existência física, por exemplo, uma pessoa, um avião, ou de existência conceitual, por exemplo, a reserva de um avião. Já os relacionamentos são modelados por meio de losangos e representam a quantidade de objetos envolvidos em cada relacionamento, pode ser de três tipos: um para um (1, 1), um para muitos (1, N) e muitos para muitos (N, N). Por último, os atributos são as propriedades que

caracterizam a entidade e são comumente modelados através de circunferências ovais. (BARION e UTIDA, 2019). O diagrama Entidade-Relacionamento do ISalt é apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama Entidades-Relacionamento do ISalt



Fonte: Autoria própria

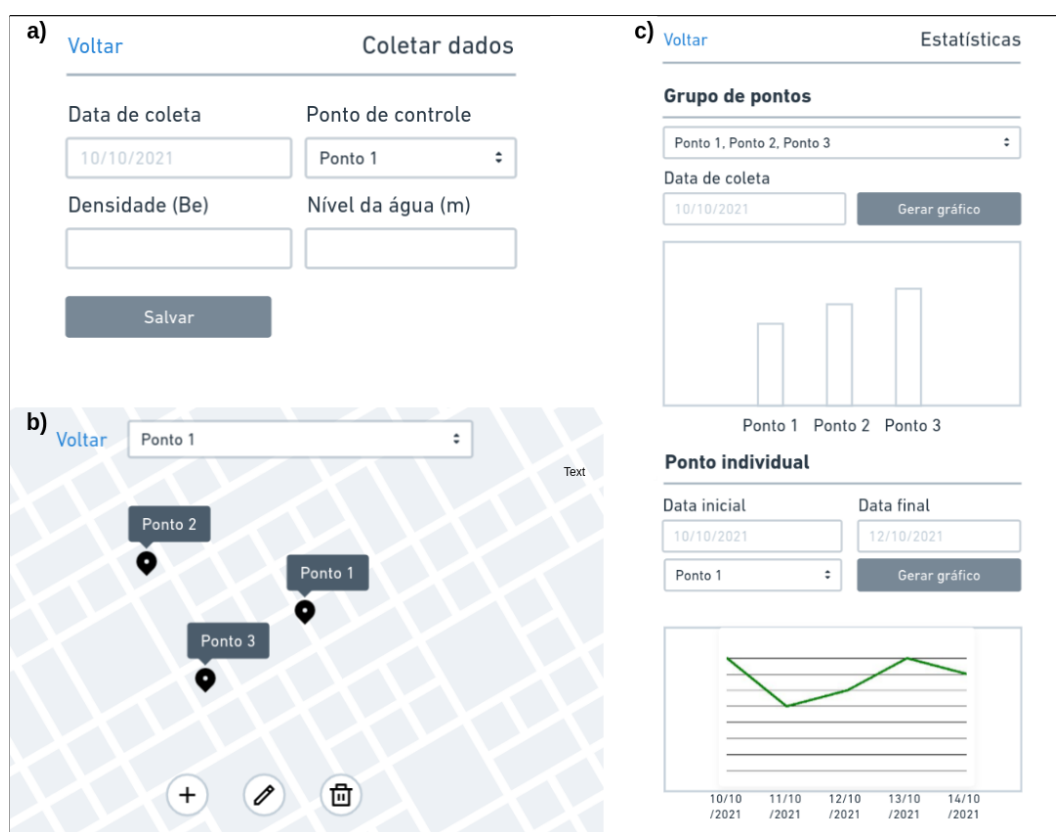
3.1.3 Protótipos de Interface de Usuário

Hoje em dia o software de computador é de uso comum em quase todas as áreas da atividade humana e em muitos domínios profissionais. O uso real do software depende muito da qualidade (usabilidade e ergonomia) de sua interface de usuário (IU), que fornece a entrada

do usuário normalmente por teclado, mouse ou tela de toque. (WEICHBROTH e SIKORSKI, 2015). A experiência dos usuários, conhecimentos e habilidades para aprender a usar o sistema nunca são os mesmos, muitos fatores contextuais devem ser incluídos a fim de planejar e desenvolver características de usabilidade adequadas. (FADEYEV, 2009).

O protótipo foi desenvolvido através da plataforma whimsical.com que dispõe de uma biblioteca de componentes comuns à interfaces de usuário como botões, formulários, mapas, tipografias, entre diversos outros. Nesse primeiro momento o intuito foi de se pensar na estrutura das telas e não em seu *design*, de modo que o produto obtido é um protótipo de baixa fidelidade, também conhecido como *wireframes*. Os protótipos da interface de usuário do cliente web do ISalt são apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Protótipo de baixa fidelidade das telas de: (a) cadastro de medições (b) gerenciamento de pontos de monitoramento (c) visualização de medições



Fonte: Autoria própria

3.2 Tecnologias Utilizadas para implementação

Para a etapa de codificação do sistema optou-se por utilizar a linguagem javascript, pois esta possibilitaria a implementação da API e da interface de usuário. A API escrita

utilizando a plataforma NodeJS e a Interface de Usuário (UI) escrita usando a biblioteca ReactJS. Para a persistência dos dados foi escolhido o banco de dados Postgres, sendo gerenciado pelo SGBDOR PostgreSQL.

3.2.1 A Linguagem Javascript

O Javascript é uma linguagem interpretada, o que significa que o código fonte da linguagem é interpretado por um programa de computador chamado interpretador, e em seguida este é executado pelo sistema operacional. A linguagem tem objetos como funções de primeira classe, baseada em protótipos, multi-paradigma, suportando tanto programação orientada a objetos quanto programação funcional e tem tipagem dinâmica. (MOZZILA, 2021). O Javascript faz parte da tríade de tecnologias fundamentais do desenvolvimento web: o HTML para especificar o conteúdo de páginas web; CSS para especificar a apresentação dessas páginas; e javascript para especificar o comportamento delas. (FLANAGAN, 2013). A escolha do javascript como linguagem para desenvolvimento do sistema se deu pela possibilidade de implementar tanto a API quanto a interface de usuário do cliente web com uma mesma linguagem e também pelo conhecimento prévio já consolidado na linguagem.

3.2.2 O NodeJS

O NodeJS é uma tecnologia server-side, altamente escalável baseada na *engine* V8 do Google. O NodeJS pode ser instalado em um ambiente Unix/Linux, Mac OS ou Windows. Aplicações NodeJS são escritas em Javascript ou linguagens que compilem para javascript, sendo assim, a mesma linguagem utilizada para escrever aplicações do lado do cliente pode ser utilizada em um ambiente NodeJS. (POWERS, 2012).

3.2.3 O Sistema de Banco de Dados PostgreSQL

O PostgreSQL é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBDOR) o que significa dizer que este é orientado a objetos e suporta objetos, classes e heranças diretamente nos esquemas do banco de dados. Baseado no banco de dados Postgres em sua versão 4.2 foi desenvolvido no departamento de ciência da computação da Universidade da Califórnia, em Berkeley. Este SGBDOR suporta grande parte do padrão SQL e oferece muitas funcionalidades, além de poder ser estendido, adicionando por exemplo novos tipos de dados, funções, operadores, funções agregadas, métodos de indexação e linguagens procedurais. (POSTGRESQL, 2021).

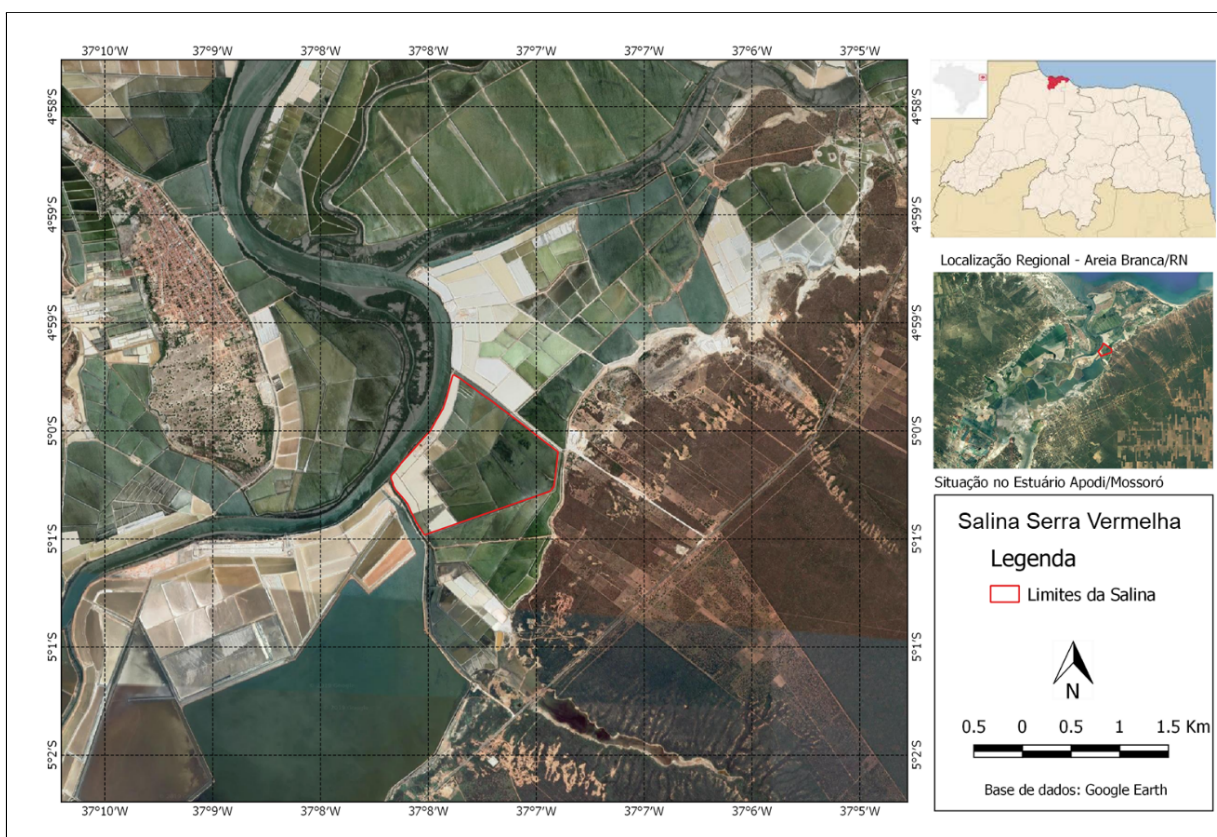
3.2.4 A biblioteca ReactJS

O ReactJS é uma biblioteca declarativa, que é um paradigma de programação baseado em programação funcional, programação lógica e programação restritiva, eficiente e flexível para implementação de UIs criada pelo Facebook. O React é uma biblioteca que permite compor UIs complexas a partir de pequenos e isolados códigos chamados de componentes. (REACTJS, 2021).

3.3 Validação do Sistema Em Uma Salina

Para validação da solução proposta, foi simulada sua aplicação em uma salina solar real. A unidade selecionada foi a Salina Serra Vermelha, salineira de médio porte que conta com uma área produtiva de 164,86 ha, localizada às margens do estuário do Rio Apodi/Mossoró (Lat: 5° 0'1.98"S; Long: 37° 7'46.79"O), no município de Areia Branca como mostrado no Mapa 1.

Mapa 1 - Localização da salina Serra Vermelha com imagens de satélite do Google.

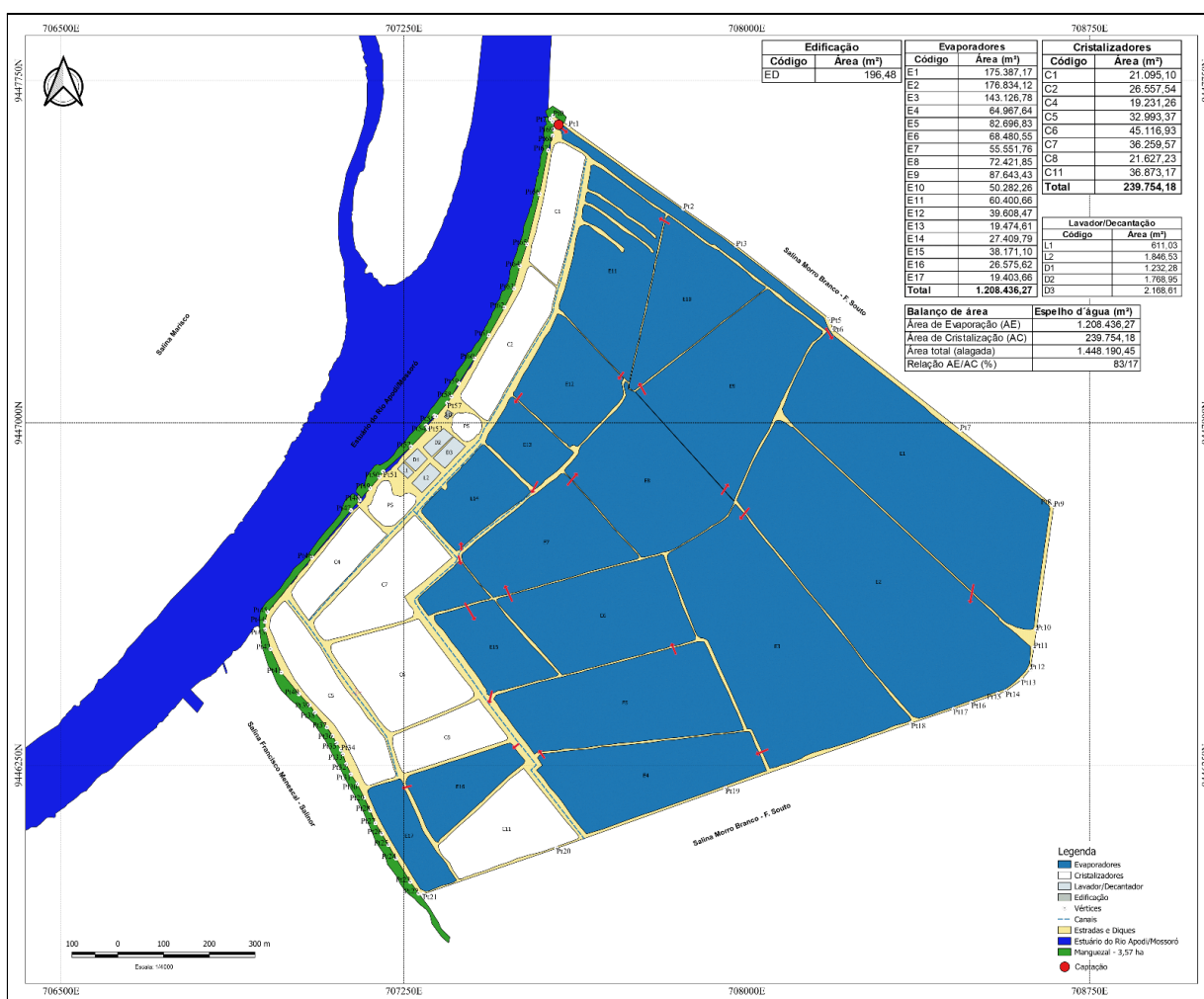


Fonte: Autoria própria

3.3.1 Mapeamento do circuito produtivo

Realizou-se o mapeamento do circuito produtivo da salina por meio da fotointerpretação de imagens de satélite de alta resolução disponibilizada pelo software Google Earth Pro. Foram identificados e vetorizadas as lagoas e canais que compõem a salina, bem como as comportas e passagem de água que as conectam. Após o levantamento preliminar do circuito, este foi apresentado ao colaborador responsável pelo manejo da unidade, de forma a validar e/ou corrigir o produto gerado. O resultado final do mapeamento do circuito produtivo pode ser visualizado no Mapa 2.

Mapa 2 - Circuito produtivo da salina Serra Vermelha



Fonte: Autoria própria

3.3.2 Identificação dos pontos de medição

Com o circuito devidamente mapeado, procedeu-se à identificação dos pontos de controle que foram usados para coleta e monitoramento de dados. Para a salina em questão, adotou-se os pontos de passagem de água da salina (conexões entre as lagoas), destacados na simbologia de setas em vermelho no Mapa 2 como pontos de medição. Essa escolha foi realizada baseando-se nas práticas já adotadas pelos operadores da salina, que usam exatamente esses locais para monitoramento da densidade e nível da salmoura, evitando alterar a dinâmica de controle já empregada na unidade.

4 RESULTADOS

4.1 API REST

A API REST foi implementada e está disponível em <https://isalt.herokuapp.com> disponibilizando os recursos apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 - Recursos da API REST do ISalt

Recurso	Descrição
POST /sessions	Realiza a autenticação e autorização do usuário no sistema
POST /users	Cadastra um novo usuário no sistema.
POST /workspaces	Cadastra uma nova salina.
GET /workspaces	Lista todas as salinas do usuário autenticado.
GET /workspaces/{id}	Busca uma salina a partir do id.
PUT /workspaces/{id}	Atualiza as informações de uma salina a partir do id.
DELETE /workspaces/{id}	Exclui uma salina a partir do id.
POST /points	Cadastra um novo ponto de controle.
GET /points?workspace_id={id}	Lista todos os pontos de controle de uma salina.
PUT /points/{id}	Atualiza as informações de um ponto de controle a partir do id.
DELETE /points/{id}	Exclui um ponto de controle a partir do id.
POST /metrics	Cadastra uma nova medição.
GET /metrics	Lista todas as medições pelos ids de pontos e uma data de coleta.
GET /metrics/{id}	Lista todas as medições de um ponto através do id e um intervalo de datas.

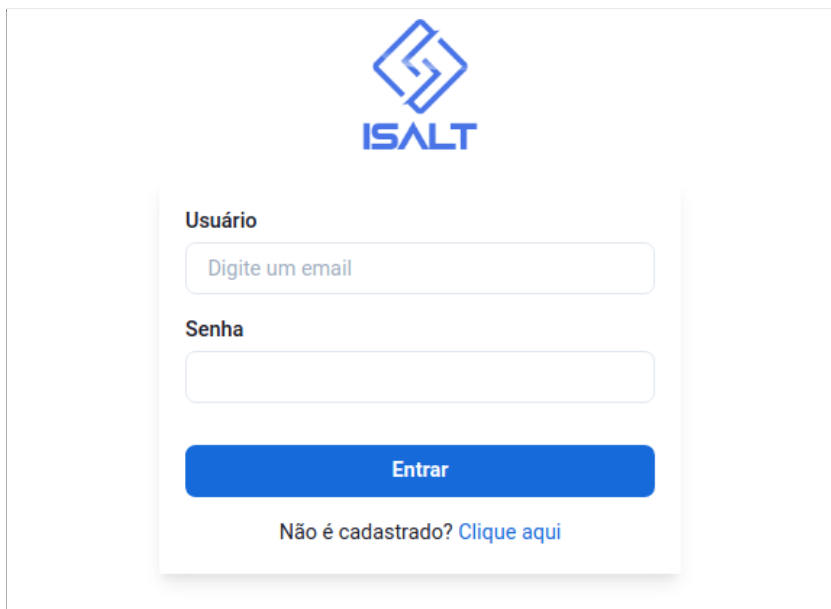
Fonte: Autoria própria

4.2 Cliente Web

Na tela de login apresentada na Figura 10 do sistema o usuário entra com as informações de email e senha para efetuar sua autenticação no sistema. Caso o usuário não

possua um cadastro no sistema, ele pode clicar sobre o link “Clique aqui” e ser redirecionado para a tela de cadastro de usuários.

Figura 10 - Tela de login do ISalt

A imagem mostra a interface de login do sistema ISalt. No topo, há o logotipo do ISalt, composto por um ícone azul estilizado e o texto "ISALT" em azul. Abaixo do logotipo, há um formulário centralizado com o título "Usuário" e um campo de entrada com o placeholder "Digite um email". Logo abaixo, há o título "Senha" e um campo de entrada para a senha. Um botão azul com o texto "Entrar" em branco está posicionado abaixo dos campos. Na base do formulário, há o texto "Não é cadastrado? Clique aqui" em azul.

Fonte: Autoria própria

Na tela de cadastro de usuários apresentada na Figura 11, o usuário deve entrar com os dados de email e senha, aceitar os termos de uso e política de privacidade e em seguida clicar em salvar para efetuar o cadastro no sistema e poder realizar seu acesso na tela de login.

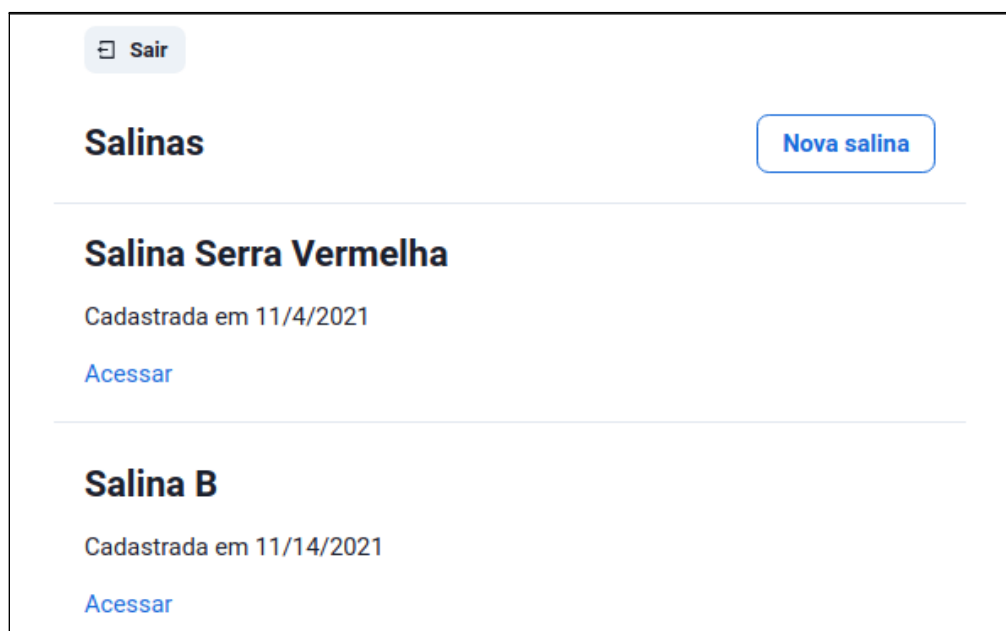
Figura 11 - Tela de cadastro de usuários do ISalt

A imagem mostra a interface de cadastro de usuários do sistema ISalt. No topo, há o logotipo do ISalt, composto por um ícone azul estilizado e o texto "ISALT" em azul. Abaixo do logotipo, há um formulário centralizado com o título "Usuário" e um campo de entrada com o placeholder "Digite um email". Logo abaixo, há o título "Senha" e um campo de entrada para a senha. Abaixo dos campos, há uma seção com o texto "Li e aceito os Termos de Uso e Política de Privacidade." e um botão de rádio desativado à esquerda. Um botão azul com o texto "Salvar" em branco está posicionado abaixo da seção de termos. Na base do formulário, há o texto "Voltar para login" em azul.

Fonte: Autoria própria

Na tela de listagem de salinas apresentada na Figura 12 são exibidas todas as salinas cadastradas por um usuário, podendo o usuário acessar os detalhes destas e também cadastrar uma nova clicando no botão de “Nova salina” que encontra-se acima da listagem.

Figura 12 - Tela de listagem de salinas do ISalt



Fonte: Autoria própria

Na tela de cadastrar salina apresentada na Figura 13 o usuário entra com o nome da salina que deseja cadastrar e clicando em salvar é efetuado o cadastro desta salina no banco de dados do sistema.

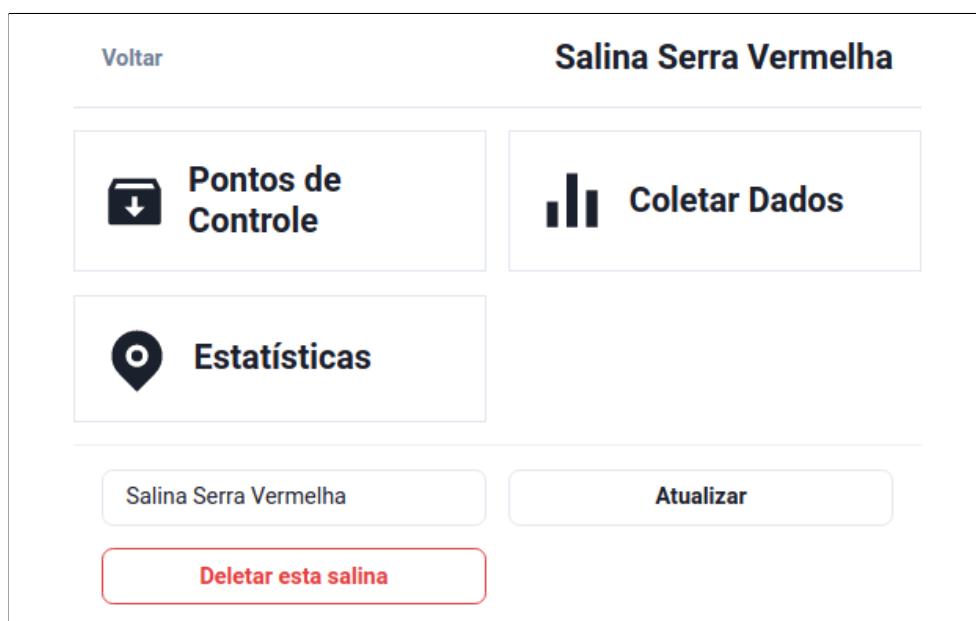
Figura 13 - Tela de cadastro de salina do ISalt

Fonte: Autoria própria

Na tela de detalhes de uma salina apresentada na Figura 14 o usuário pode selecionar no menu o que deseja fazer naquela salina específica. Clicando em “Pontos de Controle” ele terá acesso a tela de gerenciamento dos pontos de controle da salina. Clicando e “Coletar Dados” ele será redirecionado para a tela com o formulário de cadastro de medições. Clicando

em “Estatísticas” ele será redirecionado para a tela com gráficos das medições nos pontos de controle. Além disso, nessa tela também é possível atualizar o nome da salina entrando com o novo nome e em seguida clicando em “Atualizar”, ou excluir a salina clicando em “Deletar esta salina”.

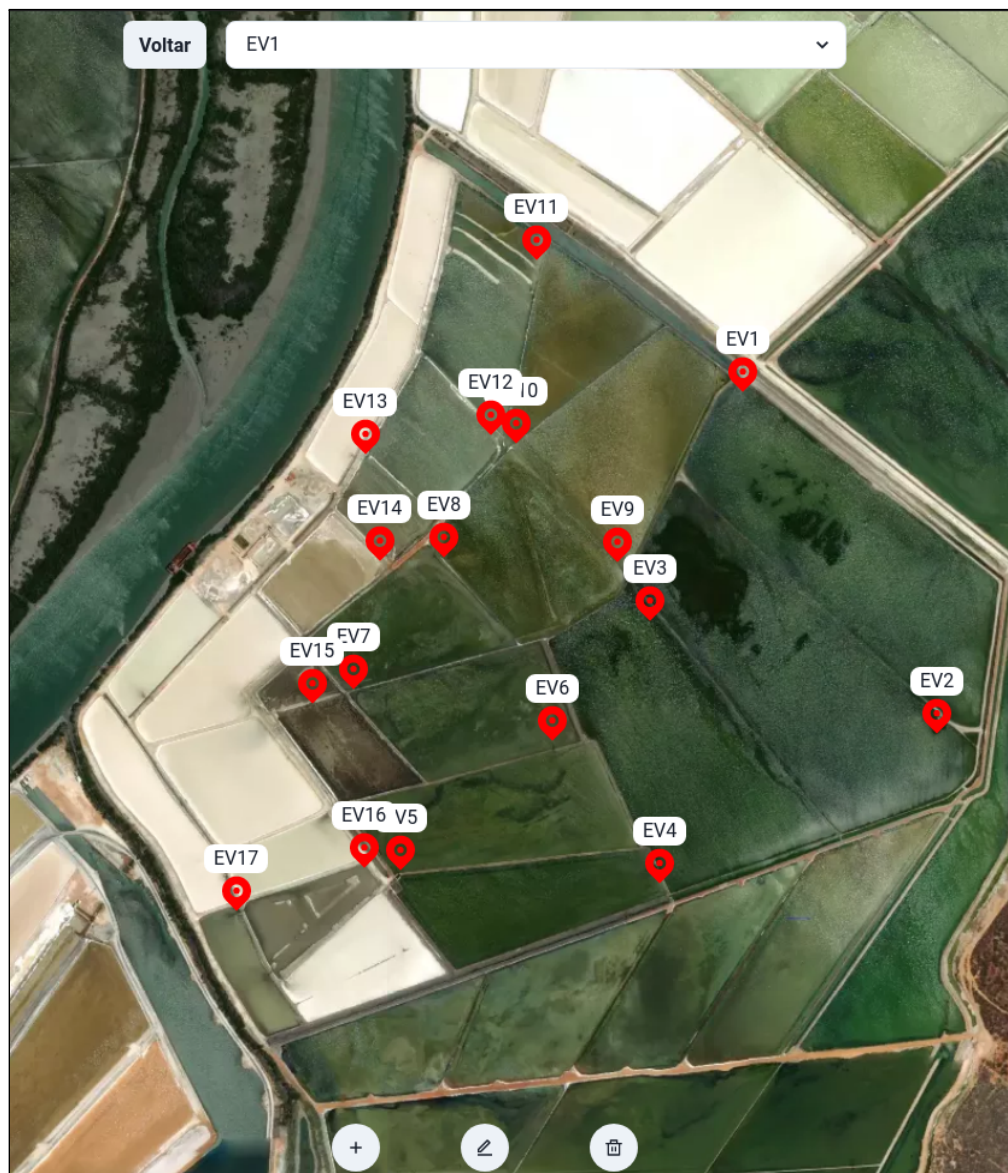
Figura 14 - Tela de detalhes de uma salina no ISalt



Fonte: Autoria própria

Na tela de gerenciamento de pontos de controle apresentada na Figura 15, o usuário pode visualizar um mapa com os pontos cadastrados no sistema. Nessa tela é possível cadastrar um novo ponto de controle clicando no botão com ícone de adição que se encontra em sua parte inferior, e em seguida entrando no formulário apresentado na Figura 16 com o rótulo para o ponto e a área em hectares que ponto irá representar, nesse caso a área da lagoa (evaporador ou cristalizador). O usuário também pode atualizar as informações de um ponto específico selecionando o seu rótulo no seletor que se encontra no topo da tela e em seguida clicando no botão com ícone de lápis na parte inferior da tela, aqui será também exibido o formulário para inserção das novas informações de rótulo e área. Por fim, o usuário também pode excluir um ponto de controle selecionando-o no seletor e clicando no botão com ícone de lixeira na parte inferior da tela.

Figura 15 - Tela de gerenciamento de pontos de controle do ISalt



Fonte: Autoria própria

Figura 16 - Formulário de cadastro e atualização de um ponto de controle no ISalt

Rótulo	Área (ha)

Fonte: Autoria própria

Na tela de coleta de medições apresentada na Figura 17 o usuário deve entrar com as informações de data de coleta, o rótulo do ponto de controle para o qual se deseja cadastrar a medição e os valores de densidade em graus baumé (°Bé) e lâmina de água em metros (m), ambos utilizando o ponto (.) como separador decimal, e em seguida clicar em salvar para efetuar o cadastro da medição no banco de dados.

Figura 17 - Tela de coleta de medições do ISalt

A interface de coleta de dados do ISalt apresenta o seguinte layout:

- Botão "Voltar" no canto superior esquerdo.
- Título "Coleta de dados" no canto superior direito.
- Formulário com quatro campos principais:
 - Data de coleta:** Campo de texto com o valor "11/14/2021" e ícone de calendário.
 - Ponto de controle:** Menu suspenso com o valor "EV1" e seta para baixo.
 - Densidade (°Bé):** Campo de texto com o valor "5.4".
 - Nível da água (m):** Campo de texto com o valor "0.30".
- Texto de ajuda "Para decimais use ." abaixo dos campos de densidade e nível da água.
- Botão "Salvar" no rodapé do formulário.

Fonte: Autoria própria

Na tela de visualização de medições por grupo de pontos apresentada na Figura 18 o usuário pode selecionar um grupo de pontos e entrar com uma data para a qual ele deseja visualizar os valores dos parâmetros e em seguida clicar no botão de “Gerar gráfico” que irá exibir um gráfico no formato de barras onde o eixo horizontal representa os pontos selecionados e o eixo vertical representa os valores do parâmetro na data fornecida.

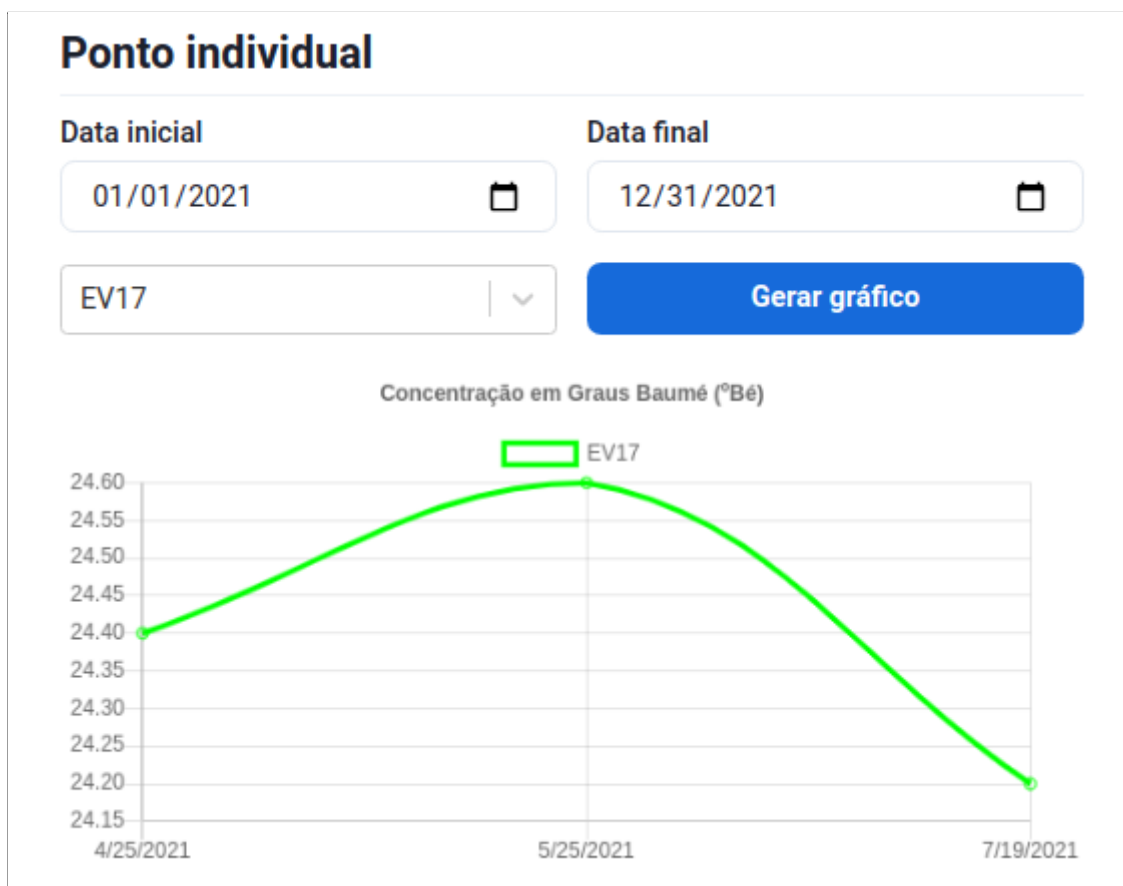
Figura 18 - Tela de visualização de medições por grupo de pontos Serra Vermelha no ISalt



Fonte: Autoria própria

Na tela de visualização de medições por ponto individual apresentada na Figura 19 o usuário pode selecionar um ponto específico e entrar com uma data inicial e uma data final para a qual ele deseja visualizar os valores dos parâmetros e em seguida clicar no botão de “Gerar gráfico” que irá exibir um gráfico no formato de linha onde o eixo horizontal representa as datas do intervalo selecionado para os quais existem medições e o eixo vertical representa os valores do parâmetro em uma data específica.

Figura 19 - Tela de visualização de medições de ponto individual Serra Vermelha no ISalt



Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema ISalt construído neste trabalho permite que salinas que atuam de forma mecanizada, com delimitação de lagoas nas quais o controle dos parâmetros concentração de sal e nível de lâmina de água são insumos importantes para o processo produtivo possam gerenciar melhor o processo de medição e análise dos dados. O sistema mantém um histórico de medições que pode ser consultado através de gráficos, facilitando a seleção de períodos específicos e suas análises, além de dar mais segurança à integridade das informações, uma vez que estas serão armazenadas em um banco de dados na nuvem. Pretende-se disponibilizar o código fonte do sistema em repositório de acesso público para que a comunidade possa utilizá-lo e melhorá-lo. Como sugestão para trabalhos futuros pode-se implementar a inserção de novos parâmetros de controle ou ainda tornar a definição de parâmetros mais flexível, dando a opção ao usuário de determinar quais parâmetros deseja monitorar. Outra possível melhoria seria explorar a visualização dos dados não apenas através dos gráficos, mas também de tabelas e permitir que o usuário possa exportar esses dados para formatos de planilha eletrônica e documento PDF, já que para o dia a dia esses formatos se mostram bem práticos. Outro caminho que poderia ser explorado seria implementar algoritmos que dê sugestões ao gestor baseado nas informações contidas na base de dados para que este tome melhores decisões no desempenho de suas atividades.

REFERÊNCIAS

- API REST. **Red Hat**, 2020. Disponível em:
<<https://www.redhat.com/pt-br/topics/api/what-is-a-rest-api>>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.
- BARION, Eliana Cristina Nogueira; UTIDA, Rute Akie. Modelagem de Dados. **Univesp**, 2019. Disponível em: <<https://apps.univesp.br/novotec/modelagem-de-dados/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.
- BARRETO, Jorge Muniz. Redes de Computadores. **UFSC**, 2005. Disponível em:
<<https://www.inf.ufsc.br/~j.barreto/cca/internet/redesde.htm>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.
- BLOCH, M. R. **Bloch salt archive**, 2016. Disponível em: <<http://www.salt.org.il>>. Acesso em: 9 de out. 2021.
- COLLINS, Victoria. The Decline Of The Native App And The Rise Of The Web App. **Forbes**, 2019. Disponível em:
<<https://www.forbes.com/sites/victoriacollins/2019/04/05/why-you-dont-need-to-make-an-app-a-guide-for-startups-who-want-to-make-an-app/?sh=1dc9d4576e63>>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.
- COSTA, D. F. da S. et al. **Análise dos serviços ambientais prestados pelas salinas solares**. Boletim Gaúcho de Geografia, 41: 206-220 , jan. de 2014.
- FADEYEV, D. 8 Characteristics Of Successful User Interfaces. **Usability Post**, 2009. Disponível em:
<<https://usabilitypost.com/2009/04/15/8-characteristics-of-successful-user-interfaces/>>. Acesso em: 12 de nov. de 2021.
- FERNANDES, R. T. V. **Povos do Sal**: Existência e Resistência da Atividade Salineira Artesanal do Rio Grande do Norte. Mossoró, 2019.
- FERNANDES, R. T. V **Atividade salineira em manguezais do semiárido**: impactos ambientais e reflexos econômicos da recuperação ou compensação ambiental das áreas degradadas. 2019.
- FLANAGAN, David. **Javascript: o guia definitivo**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.
- GUEDES, G. T. A. **UML 2: uma abordagem prática**. São Paulo: Novatec, 2009.
- Introdução ao React. **React JS**, 2020. Disponível em:
<<https://www.redhat.com/pt-br/topics/api/what-is-a-rest-api>>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.
- Javascript. **Mozilla MDN**, 2021. Disponível em:
<<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.
- KURLANSKY, M. **Salt: A World History**. Estados Unidos: Bloomsbury Publishing: 2010.
- MACHINE, Serra Salt. **Purification and Refining of salt for chemical and human consumptions**. Serra Salt Engineers, 2005.

MEDEIROS, D. H. M., DE MEDEIROS ROCHA, R., & DA SILVA COSTA, D. F. **Influência de fatores ambientais no processo de extração de sal marinho em salinas solares do Brasil.** Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 37, p. 92-109, 2015. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/viewFile/3254/3340>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PAIVA, U.; PENNA, M. **Império do sal.** Super Interessante, 2002. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/imperio-do-sal/>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

PEDRÓS-ALIÓ, C. et al. **The microbial food web along salinity gradients.** FEMS Microbiol Ecol, v. 32, p. 143–155, 2000.

POWERS, Shelley. **Learning Node.** 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RIBEIRO, M. I. C. et al. **Projeto de Sistemas WEB.** Cuiabá: UFMT, 2015.

SIESAL. Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. **Atas das assembleias ordinárias.** Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

WEICHBROTH, P; SIKORSKI, M. **User Interface Prototyping. Techniques. Methods and Tools.** Gdańsk University of Technology, 2015.

What is PostgreSQL? **PostgreSQL**, 2021. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/docs/current/intro-what-is.html>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.

What is REST. **Restful API**, 2021. Disponível em: <<https://restfulapi.net/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2021.