



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO



ARLINDO FERNANDES DE AQUINO NETO

**SMARTSALT: Plataforma Inteligente Para  
Gerenciamento e Análise de Dados da Salicultura**

Mossoró-RN

2024

**ARLINDO FERNANDES DE AQUINO NETO**

**SMARTSALT: Plataforma Inteligente Para  
Gerenciamento e Análise de Dados da Salicultura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software e Sistemas Computacionais

Orientador: Francisco Milton Mendes Neto, Prof. Dr.

**Mossoró-RN**

**2024**

ARLINDO FERNANDES DE AQUINO NETO

**SMARTSALT: Plataforma Inteligente Para Gerenciamento e Análise de Dados da  
Salicultura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação - associação ampla entre Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Computação.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software e Sistemas Computacionais

Defendida em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Francisco Milton Mendes Neto, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente

---

Gabriel Antoine Louis Paillard, Prof. Dr. (UFC)  
Membro Examinador

---

Lenardo Chaves e Silva, Prof. Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador

---

Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Prof. Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador

Dedico este trabalho a Meus pais, Aldivan da silva (in memoriam) e Neci Fernandes. Minha família e amigos.

# Agradecimentos

Agradeço ao meu professor e orientador Francisco Milton Mendes Neto pela paciência, esforço conselhos, orientações, acompanhamentos e todos os demais elementos que contribuíram para minha evolução como pessoa e cientista.

Além disso, deixo meus agradecimento para os meus amigos da graduação e do mestrado em Ciência da Computação (UERN/UFERSA), Aos meus amigos do LCC, LES e GESyCA , que fazem parte de toda trajetória acadêmica.

A todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento com seus ensinamentos, em especial os professores do IFRN Cleone Silva, Galba Falcão e Carlos Fran. No departamento de Computação da UFERSA, deixo minha homenagem para os professores Francisco Milton Mendes Neto e Sílvio Fernandes.

Agradeço ao (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) CNPq por ter me proporcionado apoio financeiro para o desenvolvimento desse trabalho, de vital importância para minha manutenção no programa.

Muito obrigado a todos que não tiveram nomes mencionados, mas contribuíram de uma forma ou outra em minha formação acadêmica.

“Quando a juventude busca o conselho dos mais velhos ela recebe a sabedoria dos anos.”

*Algamish / O homem mais rico da Babilônia*

# Resumo

A salicultura é uma atividade econômica de grande importância na região do litoral do Rio Grande do Norte, representando mais de 95% da produção de sal no país e gerando mais de 70 mil empregos diretos e indiretos. No entanto, a falta de modernização dos processos das empresas tem sido um grande obstáculo para o desenvolvimento sustentável do setor. A maioria das salinas ainda utiliza métodos menos eficientes de controle e monitoramento da produção, como planilhas simples ou até mesmo papel, o que dificulta a análise e processamento dos dados. Desse modo, a tomada de decisão nas empresas acaba sendo realizada com base nas experiências dos feitores do sal, sem embasamento científico, criando uma grande dependência. Diante desse cenário, a fim de atender essa demanda do setor, este trabalho tem como objetivo desenvolver a Plataforma Smartsalt, um projeto que busca desenvolver soluções tecnológicas para a gestão do conhecimento na produção de sal. Por meio da análise de dados, a plataforma apresenta indicadores aos produtores, permitindo uma melhor tomada de decisão com o auxílio de um embasamento científico. Com o controle e monitoração de variáveis chave da produção, a expectativa é de que a plataforma ajude a melhorar a qualidade e quantidade do sal produzido, garantindo maior eficiência e sustentabilidade para o setor. A aceitação e usabilidade da plataforma foram avaliadas através do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), proporcionando uma visão abrangente sobre a receptividade dos usuários em relação à tecnologia implementada.

**Palavras-chave:** Salicultura, Sistema de Apoio a Decisão, Análise de Dados.

# Abstract

The Saliculture is an economic activity of great importance in the Littoral Region of Rio Grande do Norte, representing more than 95% of salt production in the country and generating more than 70 thousand direct and indirect jobs. However, the lack of modernization of companies' processes has been a major obstacle to the sector's sustainable development. Most salt pans still use archaic production controls and monitoring, such as simple spreadsheets or even paper, which makes analytics and data processing difficult. That way, decision-making in companies ends up being accomplished on the experiences of feitores the salt, without scientific basis, creating a great dependency. Given this scenario, in order to meet this sector demand, this work Its objective is develop Smartsalt Platform a project, that seeks to develop technological solutions for knowledge management in salt production. Through data analytics, the platform presents indicators to producers, enabling better decision-making with the support of a scientific foundation. By controlling and monitoring key production variables, the expectation is that the platform will contribute to improving the quality and quantity of salt produced, ensuring greater efficiency and sustainability for the sector. The acceptance and usability of the platform will be assessed through the Technology Acceptance Model (TAM), offering a comprehensive view of user receptivity to the implemented technology.

**Keywords:** Saliculture, Decision Support System, Data Analytics.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Etapas do processo de produção de sal em uma salina artificial . . . . .	19
Figura 2 – Etapas para a realização da pesquisa . . . . .	29
Figura 3 – Organização REST . . . . .	34
Figura 4 – Fluxo da criação do MVP . . . . .	38
Figura 5 – Arquitetura da plataforma Smartsalt . . . . .	54
Figura 6 – Cenário da Plataforma Smartsalt . . . . .	55
Figura 7 – Arquitetura do Protótipo WEB da Smartsalt . . . . .	57
Figura 8 – Tela de Visualização da Salina Web . . . . .	58
Figura 9 – Componentes do Protótipo Mobile da Smartsalt . . . . .	58
Figura 10 – Tela de Visualização da Salina . . . . .	59
Figura 11 – Implantação AWS Adotada . . . . .	63
Figura 12 – Gráfico de Variação Por Estação . . . . .	70
Figura 13 – Distribuição por Estação . . . . .	71
Figura 14 – Área de Relatórios Gráficos . . . . .	72
Figura 15 – Gráficos Mensurações por Estação . . . . .	73
Figura 16 – Gráficos Evolução Geral . . . . .	74

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação de trabalhos . . . . .	28
Tabela 2 – Questionário das Entrevistas . . . . .	44
Tabela 3 – Bloco I de Questões . . . . .	46
Tabela 4 – Bloco II de Questões. . . . .	47
Tabela 5 – Bloco III de Questões. . . . .	49
Tabela 6 – Requisitos para Digitalizar uma Empresa Salineira . . . . .	52
Tabela 7 – Requisitos de Visualização e Interpretação . . . . .	53
Tabela 8 – Parâmetros dos Evaporadores . . . . .	61
Tabela 9 – Parâmetros dos Cristalizadores . . . . .	62
Tabela 10 – Perfil dos Participantes na Validação da SmartSalt . . . . .	77
Tabela 11 – Percepção sobre a Exibição de Mapa e Estações da Salina . . . . .	79
Tabela 12 – Percepção sobre as Últimas Leituras na Área de Relatórios . . . . .	80
Tabela 13 – Percepção sobre Mensurações por Propriedade na Área de Relatórios . . . . .	82
Tabela 14 – Percepção sobre a Evolução de Propriedade na Área de Relatórios . . . . .	83
Tabela 15 – Sugestões de Melhoria para a Área de Relatórios Gráficos da SmartSalt . . . . .	84

# Lista de abreviaturas e siglas

AED	Análise Exploratória de Dados
API	<i>Application Programming Interface</i>
ATU	Atitude em relação ao Uso
AWS	<i>Amazon Web Services</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
EC2	<i>Elastic Compute Cloud</i>
e-SCM	sistema de gestão eletrônica da cadeia de suprimentos
FANN	<i>Fast Artificial Neural Network Library</i>
FKNN	<i>Fuzzy K-Nearest Neighbor</i>
IoT	internet das coisas
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
KNN	<i>K-nearest neighbors</i>
MVP	<i>Minimum Viable Product</i>
PaaS	<i>Platform as a Service</i>
PEOU	Percepção de Facilidade de Uso
PU	Percepção de Utilidade
RNA	rede neural artificial
RDS	<i>Relational Database Service</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SVM	textitSupport-Vector Machine
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>MOTIVAÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>PROBLEMÁTICA</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>SALICULTURA</b>	<b>18</b>
2.1.1	PRODUÇÃO DO SAL	19
2.1.1.1	CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR	19
2.1.1.2	EVAPORAÇÃO	20
2.1.1.3	CRISTALIZAÇÃO	20
2.1.1.4	COLHEITA E LAVAGEM	20
2.1.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SAL	21
<b>2.2</b>	<b>SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>CIÊNCIA DE DADOS</b>	<b>22</b>
2.3.1	DATA ANALYTICS	22
2.3.2	DATA ANALYTICS NA TOMADA DE DECISÃO	23
2.3.2.1	IMPACTO DA ANÁLISE DE DADOS NA TOMADA DE DECISÃO	23
2.3.2.2	INTEGRANDO ANÁLISE DE DADOS NA TOMADA DE DECISÃO EMPRESARIAL	24
<b>2.4</b>	<b>CLOUD</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>ESTUDO DO PÚBLICO-ALVO</b>	<b>29</b>
4.1.1	ESTRUTURA DAS ENTREVISTAS	30
4.1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PRODUTORES DE SAL	30
4.1.3	SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES	31
4.1.4	CONTATO COM OS PARTICIPANTES	31
4.1.5	ÉTICA E CONSENTIMENTO	32
4.1.6	CONDUTA DAS ENTREVISTAS	32
4.1.7	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	32

<b>4.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E PARÂMETROS</b>	<b>33</b>
4.2.1	ANÁLISE DE ENTREVISTAS E DOCUMENTAÇÃO OPERACIONAL	33
4.2.2	VALIDAÇÃO E DEFINIÇÃO DE REQUISITOS E PARÂMETROS	33
<b>4.3</b>	<b>CRIAÇÃO DA ARQUITETURA E DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA</b>	<b>34</b>
4.3.1	A API	34
4.3.2	CLIENTE WEB	35
4.3.3	CLIENTE MOBILE	36
4.3.4	TECNOLOGIA NA ARQUITETURA DA PLATAFORMA	37
<b>4.4</b>	<b>ENTREGA DO PRODUTO MÍNIMO VIÁVEL</b>	<b>37</b>
4.4.1	IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA	39
<b>4.5</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS E VALIDAÇÃO</b>	<b>40</b>
4.5.1	VALIDAÇÃO COM OS USUÁRIOS	40
4.5.1.1	VARIÁVEIS PARA AVALIAÇÃO	40
4.5.1.2	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	41
<b>5</b>	<b>SMARTSALT: UMA SOLUÇÃO PARA A INDÚSTRIA SALINEIRA</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>ENTREVISTAS COM O PÚBLICO-ALVO</b>	<b>42</b>
5.1.1	CONTATO COM OS PARTICIPANTES	42
5.1.2	DADOS DE INTERESSE NA PRODUÇÃO SALINEIRA	43
5.1.3	ESTRUTURA DAS ENTREVISTAS	43
5.1.4	CONDUÇÃO, ENTREVISTAS E OBSERVAÇÕES	45
<b>5.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E PARÂMETROS</b>	<b>45</b>
<b>5.3</b>	<b>CRIAÇÃO DA ARQUITETURA E DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA</b>	<b>54</b>
5.3.1	PLATAFORMA SMARTSALT	55
5.3.2	PROTÓTIPO DA PLATAFORMA	56
<b>5.4</b>	<b>PRODUTO MÍNIMO VIÁVEL</b>	<b>60</b>
5.4.1	DESCRIÇÃO DO MVP	60
5.4.2	DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS E VARIÁVEIS SELECIONADOS	61
5.4.3	IMPLANTAÇÃO DO MVP	63
5.4.4	TESTES DE CAMPO DO MVP PELA CONSULTORIA	64
5.4.4.1	DEMONSTRAÇÃO PARA A EQUIPE DA EMPRESA SALINEIRA	64
5.4.4.2	TESTES EM CAMPO E OBSERVAÇÕES DO CONSULTOR	65
5.4.5	COLETA DE DADOS	65
5.4.5.1	ORIGEM E NATUREZA DOS DADOS COLETADOS	65
5.4.5.2	CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS DOS CRISTALIZADORES	66

5.4.5.3	ANÁLISE PRELIMINAR E CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTEGRIDADE DOS DADOS . . . . .	66
5.4.5.4	CONSTRUÇÃO DO DATASET APÓS A COLETA DE DADOS . . . . .	67
5.4.5.5	DETALHES E EXTENSÃO DO DATASET CRIADO . . . . .	67
5.4.5.6	DATASET PARA ANÁLISES FUTURAS . . . . .	67
<b>5.5</b>	<b>ANALISE DOS DADOS E AREÁ DE RELATÓRIOS GRÁFICOS . .</b>	<b>68</b>
5.5.1	PRÉ-PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS . . . . .	68
5.5.1.1	REORGANIZAÇÃO DOS DADOS . . . . .	69
5.5.2	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS . . . . .	69
5.5.2.1	VARIAÇÃO TEMPORAL POR PROPRIEDADE . . . . .	69
5.5.2.2	DISTRIBUIÇÃO DE POR ESTAÇÃO . . . . .	70
<b>5.6</b>	<b>ÁREA DE RELATÓRIOS GRÁFICOS DA SMARTSALT . . . . .</b>	<b>71</b>
5.6.1	GRÁFICOS . . . . .	73
5.6.1.1	MENSURAÇÕES POR ESTAÇÃO . . . . .	73
5.6.1.2	EVOLUÇÃO GERAL . . . . .	74
5.6.2	VISUALIZAÇÃO INTUITIVA E AGILIDADE MONITORAMENTO . . . . .	75
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>6.1</b>	<b>VALIDAÇÃO COM USUARIOS . . . . .</b>	<b>76</b>
6.1.1	Perfil dos Participantes . . . . .	76
6.1.1.1	IMPORTÂNCIA DOS PARTICIPANTES NA VALIDAÇÃO . . . . .	77
6.1.2	AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DA PLATAFORMA . . . . .	78
6.1.2.1	ANÁLISE DA EXIBIÇÃO DE MAPA E ESTAÇÕES . . . . .	78
6.1.2.2	ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - ÚLTIMAS LEITURAS . . . . .	80
6.1.2.3	ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - MENSURAÇÕES POR PROPRIEDADE	81
6.1.2.4	ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - EVOLUÇÃO DE PROPRIEDADE . . .	82
6.1.3	DEMONSTRAÇÃO DE VALOR PARA A PLATAFORMA SMARTSALT . .	84
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>86</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>87</b>

# 1 Introdução

A produção de sal marinho por meio de uma salina solar consiste em tanques artificiais (evaporadores, concentradores e cristalizadores) conectados uns aos outros. Esses tanques são utilizados para extrair o sal marinho da água do mar por meio da evaporação (COSTA *et al.*, 2013).

A produção de sal marinho no Brasil tem se concentrado, nas últimas duas décadas, nas salinas do Litoral Setentrional Potiguar. O estado do Rio Grande do Norte se estabeleceu como o maior produtor de sal marinho do Brasil, devido a diversos fatores, como o clima semiárido, a baixa elevação em relação ao nível do mar (facilitando a captação da água do mar), a presença de ventos que contribuem para alta taxa de evaporação, baixo índice pluviométrico na região e alta incidência de raios solares (ADAS, 1992).

Nessa região, a salicultura se configura como uma parte significativa da economia estadual, com produção anual de cinco a seis milhões de toneladas de sal, respondendo por mais de 95% da produção de sal nacional, gerando assim mais de 70 mil empregos diretos e indiretos (SIESAL, 2016).

Entretanto, ainda que a produção de sal disponha de um importante papel histórico, econômico e social, o modelo de produção praticado no Brasil necessita de um desenvolvimento tecnológico, já que as técnicas produtivas têm sido praticamente inalteradas nos últimos 50 anos (FERNANDES *et al.*, 2019).

## 1.1 MOTIVAÇÃO

O setor salineiro enfrenta uma condição desafiadora no cenário competitivo. A falta de modernização dos processos e as práticas competitivas presentes entre os produtores nacionais, que buscam diferenciação por meio de menores preços de oferta seguramente descolados dos custos de produção, comprometem a sustentabilidade do setor. Destaca-se que a pesada estrutura de custos é consequência de processos antigos, com pouca renovação e inovação, e sobretudo com pouca disposição para mudar. Isso ocorre uma vez que os resultados financeiros, embora em decréscimo, ainda são positivos (CLEMENTE, 2021). Costa *et al.* (2013) destaca que a principal região produtora de sal no Brasil, o Litoral Setentrional Potiguar, passa por períodos de seca que podem durar até cinco anos, o que gera uma superprodução de sal no mercado e pressiona os preços para baixo, tornando-os incompatíveis com os custos de produção. Isso torna ainda mais evidente a necessidade de modernização dos processos e práticas competitivas no setor salineiro para garantir sua sustentabilidade no longo prazo.

Hoje em dia, a produção de sal marinho está concentrada em grandes empresas que possuem basicamente a mesma estrutura de produção mecanizada. No entanto, em relação à sustentabilidade do setor, não têm sido identificados investimentos significativos por parte das salinas, nem estratégias governamentais em todas as esferas para incentivar e fortalecer este setor por meio de inovações e aplicação de tecnologias mais eficientes. Embora se saiba que a inovação e mudanças nos processos, por meio do desenvolvimento de novas tecnologias, resultam em melhorias contínuas na produção e gestão, as indústrias salineiras têm mostrado pouco avanço nessa área. É importante destacar que o efeito de alavancagem circular da tecnologia de produção, que implica em melhorias na tecnologia de gestão e vice-versa, é fundamental para a sustentabilidade das indústrias e setores relacionados. Portanto, é necessário que haja investimentos em inovação e tecnologia para aprimorar o processo de produção e gestão, garantindo assim a competitividade e a viabilidade do setor a longo prazo (CLEMENTE, 2021).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

As empresas salineiras enfrentam desafios significativos ao utilizar métodos menos eficientes para o controle de dados, como planilhas em Excel ou registro em papel. Essas abordagens dificultam o processamento e a análise dos dados, especialmente com o aumento da quantidade de informações coletadas. A tomada de decisão nas salinas muitas vezes se baseia em conhecimentos herdados de antigos produtores, mas esse conhecimento pode ser perdido devido à rotatividade de profissionais.

Ao abordar esse problema, espera-se um retorno significativo em termos de eficiência e tomada de decisão informada. A adoção de soluções tecnológicas mais avançadas em substituição às planilhas e ao registro em papel trará maior eficiência no processamento e análise dos dados, resultando em economia de tempo e redução de erros. Além disso, o acesso a dados precisos e organizados permitirá uma tomada de decisão embasada em informações concretas, identificando tendências e oportunidades de forma mais precisa. A implementação de sistemas digitais também possibilitará a preservação do conhecimento acumulado ao longo do tempo e a capacidade de lidar com grandes volumes de dados, transformando esses dados em insights valiosos que podem impulsionar a competitividade das empresas salineiras.

## 1.3 PROBLEMÁTICA

As atividades salineiras carecem de inovação tecnológica, visto que o processo ainda é todo concebido de maneira arcaica, baseando-se no método de tentativa e erro, testando diversos parâmetros sem embasamento científico, podendo muitas vezes esse conhecimento ser perdido com os profissionais devido à falta de disseminação deste. Na

prática, a produção de sal ainda depende inteiramente dos chamados "feitores de sal", homens e mulheres com décadas de experiência na atividade, e que são responsáveis por tomar decisões no âmbito da salina.

Ações delineadas equivocadamente por estes podem impactar diretamente na produção, em questões relacionadas à quantidade e qualidade do produto gerado, como também causar impactos negativos ao meio ambiente, tendo em vista que sua principal matéria-prima é a água do mar. Dessa forma, essa fragilidade gera ameaças para esse setor, uma vez que ele é totalmente dependente do conhecimento prático das pessoas que produzem, além de não se ter um controle preciso de qualidade e nem de quantidade de produção.

A partir de entrevistas realizadas com profissionais do setor salineiro, constatou-se que os sistemas informatizados disponíveis não atendem às necessidades dos produtores. Eles buscam ferramentas capazes de auxiliar na tomada de decisão em relação ao processo de produção, que incluem informações indispensáveis para garantir a qualidade do sal. Apesar de existirem ferramentas disponíveis no mercado, estas se concentram exclusivamente na gestão financeira, sem contemplar aspectos relevantes para a produção e a qualidade do sal, prejudicando assim o processo de tomada de decisão.

Contudo, desenvolver uma ferramenta computacional capaz de correlacionar diversos parâmetros para auxiliar na tomada de decisão é um grande desafio. Para isso, é necessário que haja uma integração entre os produtores e a equipe de desenvolvimento, para que a ferramenta seja desenvolvida de forma colaborativa e adequada às necessidades específicas dos produtores. Além disso, a ferramenta deve ser intuitiva e fácil de usar, a fim de garantir que os produtores possam usá-la sem a necessidade de conhecimento técnico avançado.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

A partir da análise das entrevistas realizadas com profissionais salineiros, pôde-se obter um entendimento mais amplo das reais necessidades dos produtores, a fim de modelar um sistema que atenda à realidade das salinas da região Nordeste. Assim, o principal objetivo deste trabalho é conceber e desenvolver uma plataforma inteligente para as salinas, integrando produtores, técnicos e especialistas da área para auxiliar na tomada de decisão, minimizando prejuízos e melhorando a produtividade dessas salinas.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos descrevem as metas definidas para a implementação do trabalho, tendo em vista o objeto de estudo. Para realização do trabalho desenvolveu-se

os seguintes objetivos:

- I. Analisar o estado da arte sobre sistemas computacionais de auxílio à tomada de decisão no contexto de salicultura;
- II. Especificar o funcionamento de uma salina e identificação de variáveis e parâmetros chaves;
- III. Levantar requisitos funcionais e não funcionais a fim de definir o escopo da plataforma proposta;
- IV. Desenvolver uma plataforma que possibilite coletar e analisar dados da produção salineira.
- V. Contribuir para a literatura com embasamento teórico sobre plataformas voltadas à análise de dados da salicultura.
- VI. Entregar uma plataforma que realmente possa ser utilizada em contextos reais.

## 2 Referencial Teórico

Com o passar dos anos, surgiram estratégias e processos computacionais com o objetivo de agregar valor aos dados gerados pelas empresas, os quais estão cada vez mais volumosos e abrangentes. A solução desenvolvida nesta pesquisa está diretamente relacionada a essas estratégias. Para facilitar a compreensão da solução proposta, este capítulo apresentará os conceitos introdutórios e as tecnologias que servem como base para o desenvolvimento da plataforma Smartsalt.

### 2.1 SALICULTURA

A salicultura é um conjunto de operações para produção do sal, que pode ser realizada em salinas ou áreas costeiras, onde a extração é feita a partir da água do mar ou de fontes salobras. O sal é um condimento amplamente utilizado na culinária e possui diversos outros usos, como na indústria química, alimentícia e de conservação de alimentos. A produção de sal é uma atividade importante em diversos países, gerando empregos e contribuindo para a economia local.

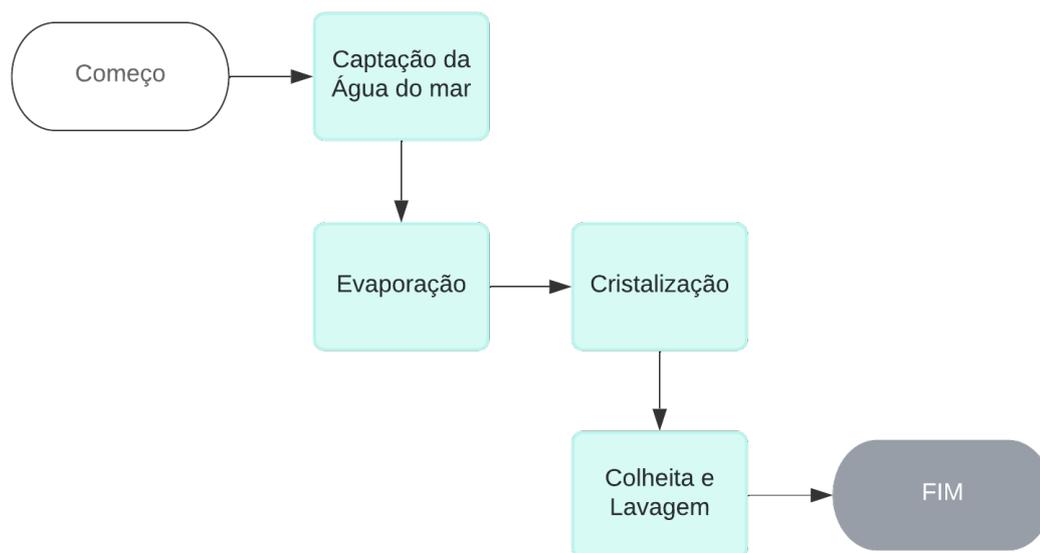
A extração de sal é uma das atividades mais antigas e relevantes da humanidade, sendo desenvolvida desde a pré-história até os dias atuais. O método clássico de produção de sal consiste na evaporação solar, no qual a água do mar é represada em barragens ou tanques de argila, formando lagoas. Essas lagoas ou tanques encontram-se expostos à ação do sol e do vento, até que pouco a pouco, por ação da gravidade ou através do uso de motobombas, a água com salinidade inicial média de 35g/L circula entre os tanques evaporadores, concentra-se e cristaliza até o ponto de supersaturação do cloreto de sódio, entre 260 e 280 g/L (KURLANSKY, 2011).

No Brasil, a extração do sal é desenvolvida desde o período colonial com a chegada dos portugueses ao país. O sal teve um papel bastante importante ao longo da história. A conservação dos alimentos através do processo de salga tornou-se um produto economicamente valioso e bastante disputado. Além disso, o sal tinha outras utilidades, como aplicações químicas e medicinais. Como as regiões produtoras de sal não eram numerosas e havia demanda por sua importação por parte de regiões com climas mais frios e úmidos, o sal tornou-se uma mercadoria muito requisitada, sendo-lhe atribuída a designação de “ouro branco” (BASTOS, 2015).

### 2.1.1 PRODUÇÃO DO SAL

A produção do sal marinho divide-se em quatro etapas principais: a captação da água do mar, a evaporação da água do mar, a cristalização do cloreto de sódio e a colheita e lavagem, como mostra a Figura 1 seguir:

Figura 1 – Etapas do processo de produção de sal em uma salina artificial



Fonte: Autoria Própria

O processo de produção do sal se dá através da evaporação contínua da água do mar, que é bombeada com cerca de 3,5% de sais totais. Para a produção de uma tonelada de sal, utiliza-se em torno de 45 m<sup>3</sup> de água do mar que foi inicialmente bombeada. A água vai passando por diversos evaporadores e aos poucos aumentando sua concentração de cloreto de sódio. Ao chegar no último evaporador, a salmoura já está maturada e preparada para abastecer os grandes cristalizadores, onde durante os meses de junho a janeiro de cada ano o sal é precipitado (SEGUNDO *et al.*, 2019).

#### 2.1.1.1 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR

A água do mar é captada para as salinas através do rio. Quando ocorre a cheia da maré, essa água é captada com uma salinidade entre 3,5 e 5°Bé (grau Baumé). Para a captação da água, são utilizadas bombas monitoradas e programadas para serem ligadas ou desligadas de acordo com a altura da maré. A água da captação é direcionada até a área de evaporação, onde ocorrerá a precipitação dos sólidos e a concentração de sais (CAMPELO, 2020).

### 2.1.1.2 EVAPORAÇÃO

Após a captação, inicia-se o estágio de evaporação. Este estágio do processo é feito em áreas denominadas evaporadoras e/ou concentradores. A água percorre os evaporadores e, neles, a água aumenta o grau de salinidade até alcançar os 25°Bé. O vento e a taxa de evaporação são muito importantes nesse estágio, pois a água é movimentada pelos ventos entre os evaporadores, parte importante do processo de aumento da salinidade. A salmoura continua a concentrar-se até atingir o limite de saturação, sendo posteriormente transferida para os cristalizadores (ANDRADE, 2015). Os tanques de evaporação são conectados de maneira que a água possa percorrê-los com auxílio da gravidade. A eficiência dos evaporadores está associada à quantidade de água no evaporador e às condições climáticas, como temperatura e ventos. Neste estágio, a concentração da salmoura é de grande importância para que ela possa passar para os cristalizadores. Assim, cada evaporador tem seu grau de importância (AMORIM *et al.*, 2019).

### 2.1.1.3 CRISTALIZAÇÃO

No estágio de cristalização, a evaporação da salmoura saturada precipita os cristais de sal. Nos tanques cristalizadores, a salmoura saturada de NaCl, com lâminas de água não superiores a 50 cm, varia a saturação entre 23° a 30° Bé, momento em que o sal começa a precipitar-se e sedimentar, formando lajes no fundo do cristalizador, que são posteriormente recolhidas. Normalmente, esse processo dura cerca de 30 a 40 dias, podendo variar de acordo com fatores climáticos (AMORIM *et al.*, 2019).

Nessa etapa, espera-se que ocorra uma precipitação mensal de uma lâmina de sal de 2,5 a 3 cm. Quando essa lâmina atinge uma altura de 15 a 18 cm, a salmoura é retirada e inicia-se o processo de colheita.

### 2.1.1.4 COLHEITA E LAVAGEM

O estágio de colheita do sal é muito importante para a produtividade e programação da colheita. Sob este aspecto, é adequado que o tempo de colheita seja o mais reduzido possível. A camada de sal é quebrada e colocada em caçambas, sendo toda a etapa feita por uma mesma máquina colhedora (CÂMARA, 1999). Utilizando-se colhedeiras que transferem a laje de sal com suporte de motoniveladoras para a escarificação e nivelamento da laje. O transporte para o lavador é feito por tratores agrícolas e caçambas, que se deslocam em fluxo contínuo do cristalizador para o lavador. Após ser preenchida, a caçamba leva o sal para a lavagem, processo necessário para retirar impurezas e determinante na qualidade do sal obtido.

Na lavagem, utiliza-se o processo de lavagem por transporte hidráulico, que é um processo eficiente para diminuir os teores de impurezas insolúveis e de sais indesejáveis. O sal é lançado em um funil e transportado por uma esteira até um tanque de água contendo

uma rosca sem fim que leva o sal até fazê-lo cair em outra esteira. A lavagem do sal ocorre de duas formas: por imersão e por aspersão (SEGUNDO *et al.*, 2019).

### 2.1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SAL

O sal exerce um trabalho importante na defesa sanitária nacional. Na década de 50, 20% da população brasileira sofria de doenças ligadas à deficiência de iodo, chamadas de Distúrbios por Deficiência de Iodo - DDI. Com o intuito de suprir a necessidade de iodo pelas populações, a partir do ano de 1953, por meio da Lei nº 1.944, tornou-se obrigatória a iodação de todo o sal destinado ao consumo humano, método que tem se mostrado próspero e, segundo dados do Ministério da Saúde, após quase seis décadas de intervenção, observa-se uma expressiva e benéfica redução na prevalência de DDI no Brasil, caindo de 20,7% em 1955 para 1,4% no ano 2000 (ANVISA, 2014).

Além de sua relevância na defesa sanitária, o sal é apontado como uma das matérias-primas fundamentais para a indústria química nacional, que consome 60% da produção total de sal. Além disso, aproximadamente 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 a produção agropecuária (DINIZ; VASCONCELOS; MARTINS, 2015).

Na indústria, a aplicabilidade do sal é bastante diversificada, e vai desde a fabricação de artigos menos processados, como conservas, panificação, laticínios, couros e peles, até a indústria química mais elaborada, como a produção têxtil, de plásticos, indústria metalúrgica e medicamentos. Ressalta-se ainda a exportação do sal para países de clima temperado, como Estados Unidos da América, Canadá e Europa, que o utilizam para derreter o gelo que se acumula nas estradas durante o inverno (SIESAL, 2016).

## 2.2 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Com a disseminação da Computação elaboram-se vários Sistemas de Informações e ferramentas de banco de dados aptos de auxiliar no armazenamento e gerenciamento de informações geradas pelas empresas. Então, os sistemas de banco de dados evoluíram para suportar a crescente demanda por relatórios nos diferentes níveis do negócio, tornando-se mais robustos e confiáveis (BRAGA *et al.*, 2020).

na atualidade, a tomada de decisão levar em conta um número cada vez maior de dados, informações e conhecimentos de diferentes tipos e características nas diversas atividades empresariais; a competitividade depende da sua análise e exploração ótima. por consequência, os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) estão sendo usando cada vez mais pelos gerentes, esses SAD's são sistemas planejados e interativos baseados em computador para ajudar os tomadores de decisão usando tecnologias de comunicação, dados, documentos, conhecimento e modelos para reconhecer e resolver problemas, concluir

tarefas do processo de decisão e ajudar a tomar decisões mais precisas e embasadas (GUTIERREZ; SERRANO, 2008).

Assim, é possível perceber que a utilização de sistemas de informação e de apoio à decisão é essencial para o sucesso das empresas na atualidade. Gerenciar e analisar informações de forma eficiente pode ser o diferencial competitivo que uma empresa precisa para se destacar no mercado.

## 2.3 CIÊNCIA DE DADOS

A Ciência de Dados oferece uma abordagem sistemática para extrair conhecimento valioso e insights significativos a partir de dados (STANTON; GRAAF, 2013). De acordo com Stanton e Graaf (2013), essa disciplina envolve a aplicação de métodos estatísticos, programação e técnicas analíticas para interpretar padrões e informações em conjuntos de dados diversos.

A jornada na Ciência de Dados começa nos princípios fundamentais e se estende até a aplicação de técnicas avançadas (PENG; MATSUI, 2015). Inicialmente, os profissionais exploram as bases estatísticas e a programação necessárias para lidar com conjuntos de dados complexos. Em seguida, a ênfase se desloca para técnicas analíticas avançadas que permitem descobertas mais profundas. É crucial notar que a comunicação efetiva dos resultados é uma parte integral dessa jornada Peng e Matsui (2015). A capacidade de traduzir descobertas complexas em insights compreensíveis é essencial para garantir que as análises conduzidas tenham impacto tangível.

No contexto empresarial atual, Provost e Fawcett (2013) destaca o papel crucial da Ciência de Dados na formulação de estratégias de negócios e na tomada de decisões fundamentadas em dados. A análise de dados tornou-se um diferencial estratégico para empresas modernas, destacando a importância de profissionais capacitados nesse campo.

Dentro desse cenário, a Ciência de Dados desempenha um papel crucial na transformação digital, impulsionando a inovação e o avanço tecnológico em diversos setores. Seu papel na interpretação e aplicação prática de grandes conjuntos de dados a torna uma disciplina fundamental para o progresso na era da informação.

### 2.3.1 DATA ANALYTICS

Dentro do amplo espectro da Ciência de Dados, o Data Analytics desempenha um papel central na interpretação e extração de informações valiosas de conjuntos de dados. Essa prática refere-se à aplicação de técnicas estatísticas e computacionais para explorar, interpretar e extrair padrões de conjuntos de dados Provost e Fawcett (2013). O Data Analytics concentra-se na análise exploratória, fornecendo insights preliminares que

orientam as etapas subsequentes da jornada analítica.

Ao realizar análise de dados, uma sequência de etapas é seguida. Inicialmente, os dados relevantes são coletados a partir de fontes diversas. Em seguida, a limpeza e preparação dos dados são essenciais para lidar com possíveis inconsistências, valores ausentes ou outliers que podem afetar a qualidade da análise (WICKHAM, 2014). A fase de exploração e visualização utiliza ferramentas estatísticas e gráficos para identificar padrões e tendências iniciais, conforme destacado por Tukey *et al.* (1977). Na modelagem, técnicas analíticas, como modelagem estatística ou aprendizado de máquina, são aplicadas para identificar relações e padrões mais complexos (JAMES *et al.*, 2013). Finalmente, a interpretação dos resultados e a comunicação efetiva são cruciais para garantir que as descobertas se traduzam em ações tangíveis, conforme salientado por Peng e Matsui (2015).

A Data Analytics desempenha um papel fundamental na geração de insights práticos e na orientação das decisões na Ciência de Dados. Sua aplicação efetiva contribui diretamente para a transformação de dados brutos em conhecimento acionável, impulsionando a capacidade da Ciência de Dados de agregar valor em diferentes contextos. A compreensão detalhada do processo de Data Analytics fortalece a base para a exploração avançada de dados na jornada contínua da Ciência de Dados.

## 2.3.2 DATA ANALYTICS NA TOMADA DE DECISÃO

A aplicação de Data Analytics na tomada de decisão representa uma evolução significativa no cenário empresarial atual. Este segmento explora como a análise de dados influencia e aprimora o processo de tomada de decisão, culminando na emergência do conceito de decisão informatizada.

### 2.3.2.1 IMPACTO DA ANÁLISE DE DADOS NA TOMADA DE DECISÃO

A análise de dados desempenha um papel crucial na tomada de decisão, proporcionando insights valiosos para informar escolhas estratégicas e operacionais. A aplicação de técnicas analíticas, como modelagem estatística e aprendizado de máquina, permite a identificação de padrões complexos e tendências ocultas (JAMES *et al.*, 2013).

A fase de exploração e visualização de dados, como defendido por Tukey *et al.* (1977), facilita a compreensão intuitiva das informações, contribuindo para uma interpretação mais sólida. A coleta e análise eficazes dos dados permitem a formulação de estratégias informadas, tornando a análise de dados uma ferramenta estratégica essencial na tomada de decisões.

### 2.3.2.2 INTEGRANDO ANÁLISE DE DADOS NA TOMADA DE DECISÃO EMPRESARIAL

No contexto empresarial moderno, Provost e Fawcett (2013) destacam a transformação da análise de dados em uma vantagem estratégica. Empresas que adotam a análise de dados de maneira eficaz conseguem otimizar operações, identificar oportunidades de crescimento e antecipar desafios, reforçando a importância da análise de dados na tomada de decisões estratégicas.

A sinergia entre Data Analytics e decisão informatizada não apenas aprimora a precisão das decisões, mas também permite uma abordagem mais proativa na gestão de recursos e na identificação de oportunidades de inovação.

## 2.4 CLOUD

A cloud, ou nuvem em português, é um conceito que define um paradigma de computação distribuída em larga escala, conforme apontado por Foster *et al.* (2008). Esse modelo permite fornecer recursos de computação pela Internet com base em pagamento conforme o uso, possibilitando que as organizações armazenem e processem seus dados em um local remoto e centralizado, em vez de em seus próprios servidores locais. Com essa abordagem, é possível dimensionar de forma rápida e fácil os recursos de computação para cima ou para baixo, de acordo com as necessidades da organização.

A cloud tem sido amplamente adotada pelas empresas, pois apresenta diversas vantagens, como a redução de custos com infraestrutura, a facilidade de gerenciamento, a escalabilidade, a mobilidade e a disponibilidade de recursos. Além disso, a nuvem permite que as empresas se concentrem em suas atividades principais, sem precisar se preocupar com a manutenção e atualização dos servidores locais.

Conforme destacado por Garg, Versteeg e Buyya (2013), existem três principais tipos de serviços de cloud: *Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS) e *Infrastructure as a Service* (IaaS). Cada um desses serviços de cloud tem suas próprias vantagens e desvantagens, e é importante que as empresas escolham a opção mais adequada para suas necessidades e objetivos.

Portanto, a cloud se apresenta como uma opção inovadora e eficiente para as empresas que buscam soluções de computação distribuída em larga escala, permitindo que elas armazenem e processem seus dados de maneira mais segura, escalável e econômica.

## 3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo trata de demonstrar trabalhos que propõem soluções computacionais aplicadas à salicultura. Portanto, a fim de entender os problemas enfrentados e como foram solucionados pela comunidade científica, este estudo selecionou e analisou os seguintes trabalhos.

O trabalho de Cahyadi, Ilhamsah e Anna (2019) consistiu no desenvolvimento de um modelo de rede neural artificial (RNA) para estimar a produtividade de campos de sal na região Sumenep em Madura, Indonésia. O modelo foi desenvolvido usando a biblioteca FANN (*Fast Artificial Neural Network Library*) a partir de um conjunto de dados históricos que contempla variáveis como tipo de solo, qualidade da água, precipitação, temperatura e umidade do ar. O treinamento do modelo determinado pela FANN utilizou o algoritmo *backpropagation* e os resultados obtidos demonstraram uma alta precisão na predição da produtividade, com uma correlação significativa entre as previsões e as observações reais. Além disso, a análise dos pesos sinápticos do modelo permitiu identificar as variáveis mais relevantes para a estimativa da produtividade do sal. Assim, a aplicação de modelos de RNA para a estimativa da produtividade em campos de sal pode proporcionar uma importante ferramenta para o gerenciamento e otimização da produção deste recurso natural.

A pesquisa de Perbangsa *et al.* (2017) apresenta um sistema de gestão eletrônica da cadeia de suprimentos (e-SCM), que utiliza tecnologias avançadas como a internet das coisas (IoT) e a computação em nuvem para melhorar a eficiência e a transparência das operações na indústria do sal na Indonésia. O sistema proposto objetiva melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos, desde a produção até a entrega final dos produtos de sal. O sistema inclui várias funcionalidades, como gerenciamento de pedidos, gerenciamento de estoque, gerenciamento de transporte e rastreamento de produtos. Além disso, o sistema também apresenta recursos avançados, como previsão de demanda baseada em análise de dados, otimização de rotas de transporte e controle de qualidade com análise estatística. O sistema foi avaliado em um estudo de caso que envolveu uma empresa de produção e distribuição de sal na Indonésia. Os resultados mostraram que o sistema proposto pode melhorar significativamente a eficiência da cadeia de suprimentos, reduzindo custos operacionais e aumentando a lucratividade.

No trabalho de Yulianto, Komariyah e Ulfaniyah (2017) apresenta um estudo sobre a aplicação do sistema de inferência fuzzy com o método Sugeno para estimar a produção de sal. O método utiliza dados históricos de produção de sal, como o tipo de sal, o número de tanques de evaporação e as condições climáticas para modelar as relações

complexas entre as variáveis e fornecer previsões precisas e confiáveis. O estudo inclui uma avaliação da eficácia do sistema proposto em um caso de estudo na região de Madura, na Indonésia. Os resultados mostraram que o sistema de inferência fuzzy com o método Sugeno apresentou uma boa capacidade de previsão da produção de sal, com uma taxa de erro médio de 0,12%. O estudo conclui que o sistema proposto pode ser uma ferramenta útil para melhorar a precisão das previsões de produção de sal, o que pode ajudar os produtores de sal a otimizar a produção e melhorar a eficiência da indústria.

A pesquisa de Yulianto, Amalia *et al.* (2018) apresenta um trabalho que tem como objetivo aplicar o algoritmo *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (FKNN) na identificação de áreas potenciais de salinização em praias costeiras do sul de Madura, na Indonésia. Para isso, foram coletadas amostras de solo e água em diferentes pontos da área de estudo e realizadas análises químicas e físicas dessas amostras para aferir o nível de salinidade em cada local. Com base nesses dados, o modelo FKNN foi treinado para classificar os pontos de amostragem em duas categorias: alta e baixa salinidade, e foi utilizado para prever a salinidade em locais não amostrados. Os resultados mostraram que o modelo FKNN foi capaz de identificar áreas potenciais de salinização com precisão satisfatória, demonstrando a eficácia do uso de técnicas de aprendizado de máquina na identificação de áreas de potencial salinização em regiões costeiras.

Hidayat *et al.* (2020) apresenta uma abordagem utilizando o algoritmo K-means para determinar a localização de instalações e desenvolver uma rede de cadeia de suprimentos para commodities de sal no distrito de Sumenep, na Indonésia. Para isso, foram coletados dados relacionados à produção, armazenamento e distribuição de sal na região. Com base nesses dados, o modelo K-means foi utilizado para identificar os clusters de produtores de sal e determinar a localização ideal para instalar novas instalações de armazenamento e distribuição. Em seguida, foi desenvolvida uma rede de cadeia de suprimentos para otimizar o processo de produção, armazenamento e distribuição de sal na região. Os resultados obtidos mostraram que o modelo K-means foi capaz de identificar os clusters de produtores de sal com precisão satisfatória e que a rede de cadeia de suprimentos desenvolvida pode ser usada para melhorar a eficiência do processo de produção e distribuição de sal na região. O estudo demonstra a eficácia da utilização de técnicas de análise de dados e algoritmos de clusterização para otimização de processos na área de salicultura.

O estudo realizado por Moraes (2019) teve como objetivo construir um sistema integrado de análise e predição de indicadores em um processo industrial, utilizando conceitos de *Business Intelligence* (BI) e Aprendizado de Máquinas. Para isso, foi utilizado um sistema real com tecnologias OPC, SQL Server e Power BI para monitoramento e análises, além do modelo de classificação *K-nearest neighbors* (KNN). A ferramenta desenvolvida apresentou dashboards interativos e algoritmos preditivos capazes de antecipar possíveis desvios no produto acabado, apoiando a tomada de decisão empresarial com

base em dados históricos. Os resultados obtidos demonstraram a eficácia da ferramenta e sua aplicabilidade em ambientes industriais, destacando seu potencial para melhorar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos.

O trabalho de Vijayabaskar, Sreemathi e Keertanaa (2017) apresenta um modelo de aprendizado de máquina para previsão de produção de culturas agrícolas. A metodologia emprega diversas técnicas de análise de dados, incluindo processamento de dados, análise exploratória e algoritmos de aprendizado de máquina, como *Random Forest* e *Support-Vector Machine* (SVM). A partir de dados históricos de clima, solo e irrigação, o modelo é capaz de prever com precisão a produção de culturas, fornecendo uma ferramenta valiosa para tomada de decisões informadas pelos agricultores. O modelo também inclui recursos de análise de sensibilidade, permitindo uma melhor compreensão de como diferentes variáveis afetam a produção. O estudo destaca o potencial do uso de técnicas de análise de dados e aprendizado de máquina na agricultura, oferecendo oportunidades para melhorar a eficiência e produtividade dos processos agrícolas.

Com base nesses trabalhos, foi criada a Tabela 1 para a comparação entre os diferentes artigos. Cada linha representa um artigo, e as colunas contêm informações importantes sobre o objetivo, o método e os resultados ou conclusões de cada pesquisa. Essas informações podem ajudar na avaliação de diferentes abordagens para aprimorar processos industriais e podem ser úteis para pesquisadores, estudantes e profissionais que buscam aprimorar suas habilidades e conhecimentos nessa área.

A produção de sal desempenha um papel significativo na economia de muitos países e tem sido alvo de melhorias constantes em termos de eficiência e produtividade. Diversas técnicas e ferramentas de gerenciamento têm sido desenvolvidas com esse objetivo. Uma abordagem promissora é a aplicação de modelos de redes neurais artificiais, que têm sido utilizados para estimar a produtividade dos campos de sal. Além disso, a implementação de sistemas de gerenciamento da cadeia de suprimentos baseados em web tem proporcionado benefícios consideráveis. O uso de sistemas de inferência fuzzy também tem se mostrado eficaz para estimar a produção de sal.

Tabela 1 – Comparação de trabalhos

Artigo	Tema/Objetivo	Método/Abordagem	Resultados
CAHYADI et al. (2019)	Estimativa da produtividade de campos de sal	Modelo de rede neural artificial	O modelo apresentou boa precisão na estimativa da produtividade dos campos de sal.
PERBANGSA et al. (2017)	Desenvolvimento de um e-SCM para a indústria de sal	Modelo de gestão web para apoiar as atividades operacionais da indústria de sal	O sistema proposto pode melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos de sal
YULIANTO et al. (2017)	Estimativa da produção de sal	Sistema de inferência fuzzy - Método Sugeno	O modelo apresentou boa precisão na estimativa da produção de sal.
YULIANTO et al. (2018)	Potenciais áreas de sal na costa sul da ilha de Madura	Modelo FKNN	O modelo apresentou bons resultados na identificação de áreas potenciais de sal.
HIDAYAT et al. (2020)	Determinação da localização de instalações e desenvolvimento da rede de cadeia de suprimentos para commodities de sal	Método K-means	O método K-means é eficaz na identificação de locais ideais para instalações e melhorias na rede de suprimentos de sal
MORAIS (2019)	Desenvolvimento de um sistema integrado para análise e previsão de indicadores de desempenho em um processo industrial	BI e aprendizado de máquina com modelo KNN	Sistema proposto é eficaz na análise e previsão de indicadores de desempenho de processos industriais
VIJAYABASKAR et al. (2017)	Previsão de safras usando análise preditiva	Análise preditiva	Modelo de análise preditiva é capaz de prever a produção de culturas com precisão

Fonte: Autoria Própria

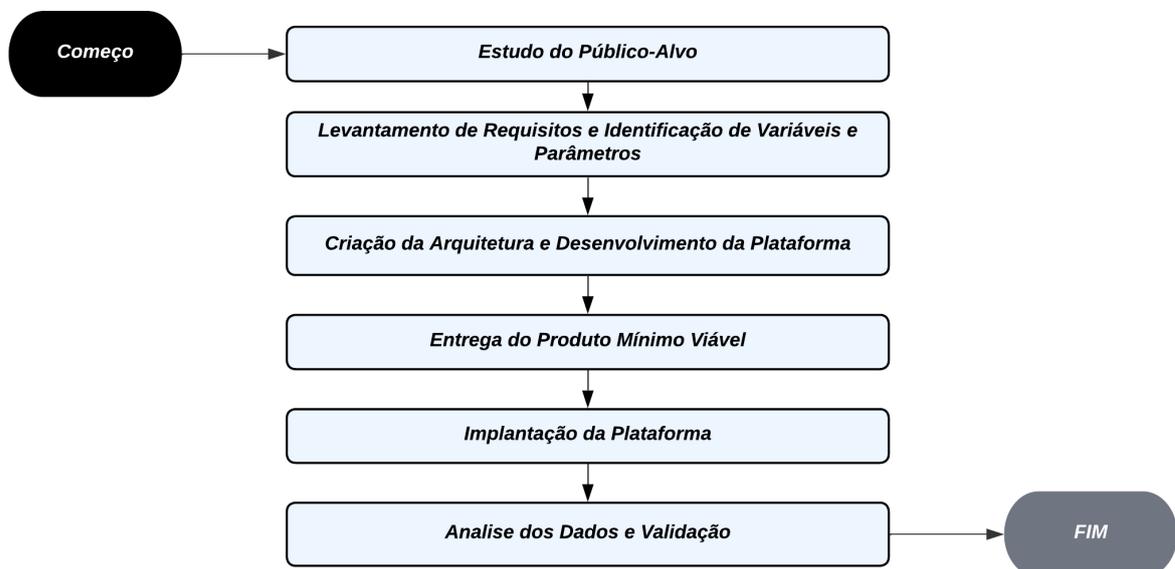
Outra estratégia importante é a aplicação de métodos de agrupamento, como o algoritmo "k-means", para determinar a localização das instalações e desenvolver uma rede de cadeia de suprimentos otimizada para as commodities de sal. Paralelamente, técnicas avançadas de análise e predição de desempenho de processos industriais, como o sistema integrado de análise e predição de indicadores de desempenho, têm desempenhado um papel crucial na melhoria da eficiência e produtividade da produção de sal. Em conjunto, essas abordagens têm contribuído para tornar o setor de produção de sal mais eficiente, aumentando sua produtividade e gerando benefícios econômicos significativos.

## 4 Metodologia

Visando a construção da solução proposta, o desenvolvimento da pesquisa seguiu as seguintes etapas: Estudo do público-Alvo; Levantamento de Requisitos e Identificação de Variáveis e Parâmetros; Criação da Arquitetura e Desenvolvimento da Plataforma; Entrega do Produto Mínimo Viável; Implantação da Plataforma; Análise dos Dados e Validação.

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas que foram seguidas.

Figura 2 – Etapas para a realização da pesquisa



Fonte: Autoria Própria

### 4.1 ESTUDO DO PÚBLICO-ALVO

Nesta etapa, adotou-se como metodologia a aplicação de entrevistas qualitativas, uma abordagem fundamental para alcançar um entendimento profundo sobre as necessidades, percepções e experiências das partes interessadas no setor salineiro. O público-alvo desta pesquisa é composto por atores-chave do processo de produção do sal marinho: salinas, gestores, feitores e funcionários. O intuito é capturar detalhes sobre a rotina laboral, as adversidades cotidianas e as expectativas perante a adoção de uma nova plataforma tecnológica.

### 4.1.1 ESTRUTURA DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram planejadas para garantir que as conversas gerem dados qualitativos valiosos e relevantes. A estrutura das entrevistas seguiu um formato semi-estruturado, proporcionando flexibilidade para explorar tópicos que surjam espontaneamente durante a conversa, ao mesmo tempo em que ainda se alinha a um guia de tópicos preestabelecidos. Esses tópicos abordaram questões específicas de relevância para os produtores de sal em sua rotina diária, como informações diretamente relacionadas ao processo produtivo de uma salina, tais como os parâmetros observados durante a produção, sua importância e como estão ligados à qualidade do sal, bem como a necessidade de armazenamento e análise dessas informações. Além disso, explora percepções tecnológicas e expectativas de melhorias por meio de ferramentas digitais.

### 4.1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PRODUTORES DE SAL

Tendo em vista que este método de entrevistas permite uma conversa direta e pessoal, possibilitando uma coleta de dados mais rica e profunda, esta escolha é especialmente pertinente considerando o contexto específico dos produtores de sal:

**Contextualização:** As empresas do ramo salineiro enfrentam um conjunto único de desafios decorrentes das características distintas de cada salina, os quais podem ser melhor explorados através de um diálogo focado e flexível. Estas empresas operam em um ambiente que é intrinsecamente caracterizado por condições de trabalho exigentes e por processos tradicionais passados ao longo de gerações. Cada salina possui peculiaridades geográficas e operacionais que impactam diretamente os métodos de produção e os desafios específicos enfrentados. Compreender tais particularidades é crucial para o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que sejam verdadeiramente adaptadas às necessidades específicas do setor salineiro.

**Importância das Entrevistas Personalizadas:** As entrevistas foram adaptadas para captar as sutilezas do contexto em que os produtores de sal trabalham. Por meio de conversas personalizadas, temos a oportunidade de compreender não apenas os aspectos tangíveis da produção de sal, como também os elementos intangíveis, como a relação cultural dos produtores com seus métodos de trabalho e as paisagens das salinas. Essa perspectiva holística é essencial para criar uma solução que seja verdadeiramente aceita e utilizada pelos produtores.

**Economia de Recursos:** As salinas são, por natureza, áreas amplas frequentemente situadas em regiões remotas, tornando as visitas de campo constantes pouco viáveis. A estratégia de realizar entrevistas através de chamadas de vídeo não só fornece dados ricos e contextualizados, mas também representa uma economia significativa de recursos. Viagens até as regiões produtoras de sal implicariam em investimentos substanciais de tempo e recursos financeiros. Dessa maneira, as entrevistas virtuais reduzem a necessidade desse

investimento e permitem uma aproximação com o dia a dia dos produtores de sal sem deslocamentos dispendiosos e logisticamente complexos.

### 4.1.3 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

A riqueza e relevância dos dados coletados dependem fortemente da diversidade e representatividade dos participantes entrevistados. Assim, o processo de seleção dos participantes foi cuidadosamente definido para incorporar uma ampla gama de perspectivas dentro do universo da produção de sal. Foram selecionados indivíduos que desempenham diferentes papéis operacionais e estratégicos nas salinas, incluindo:

- **Feitores:** Essenciais para o entendimento do cotidiano da produção de sal, os feitores oferecem percepções valiosas sobre as operações diárias e os desafios logísticos.
- **Gestores:** Com uma visão mais holística, os gestores podem compartilhar insights sobre planejamento estratégico, gestão de recursos e perspectivas de desenvolvimento de longo prazo.
- **Consultores:** Como especialistas técnicos que frequentemente assessoram as salinas, os consultores trazem uma perspectiva externa e técnica, essencial para entender como as inovações são recebidas e implementadas.
- **Superintendentes de Produção:** Este grupo pode oferecer informações sobre a coordenação de múltiplas etapas do processo de produção e sobre como as decisões são tomadas no mais alto nível operacional.
- **Funcionários:** Os insights dos funcionários são cruciais, pois eles são os usuários finais da maioria das ferramentas e tecnologias implementadas; compreender suas necessidades concretas é vital.

### 4.1.4 CONTATO COM OS PARTICIPANTES

O processo de contato com potenciais entrevistados foi auxiliado por um consultor especializado na indústria do sal. Esta parceria estratégica garantiu um entendimento profundo do setor e proporcionou um canal direto para o alcance dos participantes. O consultor desempenhou um papel vital não apenas como intermediário, mas também como um avaliador da relevância e do impacto potencial dos participantes para a pesquisa.

Por meio do consultor, foi possível acessar uma rede de contatos com os perfis desejados. Com os contatos fornecidos, iniciamos as abordagens por meio de um contato direto via Whatsapp, informando os potenciais entrevistados sobre os objetivos da pesquisa, o valor da sua contribuição e os procedimentos éticos que asseguram a privacidade e a confidencialidade de suas informações. Adicionalmente, o envolvimento do consultor ajudou

a estabelecer um clima de confiança desde o primeiro contato, visto que seu endosso serviu como um selo de validação da seriedade e importância da pesquisa. O apoio do consultor foi crucial para maximizar a taxa de resposta e participação. Sua familiaridade com o setor e os indivíduos envolvidos contribuiu para uma maior receptividade dos convidados, facilitando uma taxa de sucesso. A análise foi desenvolvida não só para mapear as visões coletivas, mas também para captar e respeitar as percepções individuais sobre os tópicos em análise

#### 4.1.5 ÉTICA E CONSENTIMENTO

As práticas éticas foram observadas em toda a pesquisa. Antes da realização das entrevistas, obteve-se o consentimento informado dos participantes, esclarecendo os objetivos da pesquisa, a utilização dos dados recolhidos, as salvaguardas de confidencialidade e anonimato, e o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento. Esse processo assegura a transparência e o respeito pelos direitos dos participantes.

#### 4.1.6 CONDUTA DAS ENTREVISTAS

Após a abordagem inicial, procedemos com o processo de obtenção do consentimento informado, onde os detalhes do estudo foram explicados e as permissões necessárias foram adquiridas. As entrevistas foram agendadas de acordo com a conveniência dos entrevistados, garantindo sua disposição para dialogar abertamente. Utilizamos o Google Meet para realizar as entrevistas, permitindo um alcance mais amplo sem a necessidade de deslocamentos físicos. Além disso, cada entrevista foi gravada (com a prévia autorização dos participantes), garantindo que nenhuma informação valiosa seja perdida e facilitando a transcrição e a análise posterior dos dados.

#### 4.1.7 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Uma vez coletadas, as gravações das entrevistas foram transcritas e analisadas por meio de técnicas de análise de conteúdo. Isso envolveu a identificação de temas, padrões e categorias emergentes, que surgiram das narrativas dos entrevistados.

Durante a análise, dedicamos atenção especial aos pontos identificados como importantes durante a fase de pesquisa. Além de mapear os temas gerais, esforços foram feitos para compreender como cada entrevistado enxergava e discutia esses pontos significativos. Esse nível de atenção direcionou um foco específico nos elementos-chave delineados pelo contexto do estudo e pelos objetivos de pesquisa.

A análise não apenas visou mapear as visões coletivas, mas também captar e respeitar as percepções individuais sobre os tópicos. Buscar entender como cada entrevistado via esses pontos centrais proporcionou uma análise interpretativa rica. Através dessa

prática, foi possível apreciar as variações na percepção de temas comuns e identificar tanto consensos quanto discrepâncias que ocorreram entre os diferentes níveis de cargos e áreas de experiência.

## 4.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E PARÂMETROS

Para efetuar o levantamento de requisitos e identificar as variáveis e parâmetros-chave, foi realizada uma análise metódica do conteúdo coletado nas entrevistas. Além disso, foram examinados documentos operacionais, incluindo planilhas e registros usados durante a coleta de dados nas salinas. Essa etapa proporcionou insights cruciais para a definição das funcionalidades e especificações técnicas da plataforma a ser desenvolvida.

### 4.2.1 ANÁLISE DE ENTREVISTAS E DOCUMENTAÇÃO OPERACIONAL

Inicialmente, foi feita uma análise detalhada das transcrições das entrevistas para extrair as necessidades expressas pelos participantes. Os dados qualitativos foram categorizados em temas que refletem as exigências práticas e as aspirações dos usuários finais. Essa categorização incluiu requisitos funcionais, como métodos de registro e monitoramento de indicadores de produção, bem como requisitos não funcionais, como usabilidade e confiabilidade da plataforma.

Além disso, exame das ferramentas atuais, como planilhas e formulários de registro de produção, permitiu uma compreensão concreta de como os dados são gerenciados e utilizados atualmente. Essa abordagem ajudou a identificar oportunidades de melhoria e integração tecnológica que podem otimizar processos e resultados.

### 4.2.2 VALIDAÇÃO E DEFINIÇÃO DE REQUISITOS E PARÂMETROS

A validação de nosso entendimento do cenário foi realizada em colaboração com um consultor especialista no setor salineiro. Além de auxiliar na interpretação dos dados coletados, o consultor desempenhou um papel crucial na certificação da pertinência e aplicabilidade dos requisitos identificados. Isso incluiu a validação das variáveis e parâmetros escolhidos, garantindo que fossem diretamente relevantes para a realidade das operações nas salinas.

Com base nos dados qualitativos e na realidade operacional documentada, compilamos uma lista abrangente de requisitos necessários para a construção da plataforma. As variáveis e parâmetros-chave foram identificados para garantir que a solução tecnológica atenda às necessidades reais do setor e possa ser configurada para se adaptar a diferentes condições de produção e particularidades regionais.

## 4.3 CRIAÇÃO DA ARQUITETURA E DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA

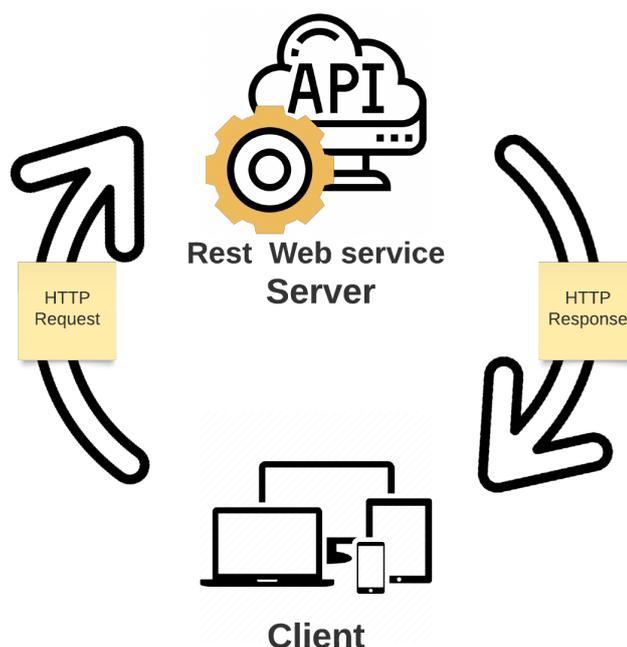
Após uma análise dos dados e requisitos levantados, estabelecemos a arquitetura da plataforma, priorizando uma construção robusta. Essa base não apenas assegurará uma fluente integração de processos já existentes, mas também estimulará as inovações tecnológicas imprescindíveis ao avanço do setor salineiro. A robustez e flexibilidade da arquitetura são fundamentais para os próximos passos do desenvolvimento.

Dessa forma, na evolução contínua do projeto, optamos por uma arquitetura orientada a serviços, centralizada em uma API (*Application Programming Interface*) de back-end. Esta API constitui o eixo central para os aplicativos, tanto web quanto móvel, suportando a ampla gama de casos de uso peculiares ao segmento salineiro. Essa escolha estrutural foi diretamente influenciada pelo objetivo de fornecer uma plataforma que fosse não só resiliente, mas igualmente adaptável às demandas específicas e variáveis do campo."

### 4.3.1 A API

Com a arquitetura da plataforma firmemente estabelecida, a API desempenha um papel central na interconexão entre os clientes web e móvel e o banco de dados. Essa configuração é fundamental para a sincronização eficiente dos dados entre as interfaces do usuário e os registros armazenados. A API foi meticulosamente projetada para atender aos requisitos funcionais e de segurança da nossa aplicação.

Figura 3 – Organização REST



Fonte: Autorial Própria

A arquitetura REST, ilustrada na Figura 4, foi selecionada para o desenvolvimento da API, considerando sua escalabilidade, simplicidade e compatibilidade com os padrões web predominantes. Os princípios do REST (*Representational State Transfer*) garantem que a API ofereça uma interface padronizada e *stateless* para a manipulação eficiente dos dados. Isso promove um ambiente de desenvolvimento coeso, onde os seguintes aspectos são mantidos como foco principal:

*Integridade dos Dados:* A coerência e a precisão dos dados são essenciais para qualquer sistema de gerenciamento. A API garante que todas as operações de dados, seja a criação, atualização, leitura ou remoção, sejam executadas de maneira confiável, refletindo o estado real dos processos salineiros.

*Disponibilidade:* A API é construída para lidar com um alto número de solicitações de forma eficiente. Isso significa que os usuários têm acesso constante à funcionalidade da plataforma, o que é crucial para operações contínuas e gerenciamento em tempo real.

*Confidencialidade e Segurança:* A segurança dos dados vai além da integridade e disponibilidade. Implementamos protocolos rigorosos que regulam o acesso e a transferência de dados, incluindo camadas de autenticação e criptografia, para proteger contra acessos não autorizados e possíveis violações.

Com essa sólida base da API REST, garantimos uma solução de software coesa, robusta e adaptável, que serve como a fundação para a interação harmoniosa entre os aplicativos clientes e o banco de dados, possibilitando que a plataforma opere com máxima eficiência e segurança.

### 4.3.2 CLIENTE WEB

O cliente web foi projetado para funcionar como o centro de comando na gestão de dados da salina, atendendo às necessidades de administração e análise. A interação entre a interface do usuário e o banco de dados foi cuidadosamente planejada para proporcionar uma experiência eficiente ao usuário.

#### **CADASTRO E GERENCIAMENTO DE DADOS**

No sistema, é permitido o cadastro e gerenciamento de dados, que inclui a inserção e atualização de informações essenciais. Isso facilita a inserção e atualização de dados referentes aos diversos aspectos das operações de um grupo salineiro. Envolve o gerenciamento de informações detalhadas das várias salinas pertencentes ao grupo, desde dados corporativos até informações específicas de localização dos tanques de evaporação e cristalização.

## VISÃO GERAL DA PRODUÇÃO

A interface proporciona uma visão global das operações, com características distintas, tais como:

- **Mapa das Salinas:** Exibição de mapas interativos que mostram a localização dos tanques dentro de cada salina, promovendo uma compreensão geográfica abrangente das instalações.
- **Relatórios Gráficos:** Apresentação de dados de produção em formatos gráficos intuitivos, facilitando a interpretação de tendências e a comparação de indicadores de desempenho ao longo do tempo.

## SEGURANÇA E CONTROLE DE ACESSO

A segurança dos dados é uma prioridade constante na arquitetura do cliente web. Os controles de acesso são implementados através de:

- **Autenticação e Autorização:** Processos de autenticação robustos asseguram que apenas pessoal com as devidas credenciais possam acessar o sistema. O controle de autorização granular permite que o acesso a determinadas funcionalidades e dados seja restrito conforme o perfil e as necessidades do usuário.
- **Proteção de Dados:** Técnicas de criptografia e medidas de proteção de dados estão em vigor para impedir acesso indevido e garantir que a informação seja mantida em segurança e confidencialidade.

### 4.3.3 CLIENTE MOBILE

O cliente móvel é uma extensão da nossa plataforma, projetado especificamente para facilitar a coleta de dados operacionais diretamente em campo. Com uma interface de usuário construída focando na eficiência, este é um elemento essencial para a performance em ambientes ao ar livre das salinas. Levando em conta as condições dos ambientes externos, a aplicação foi desenvolvida para entregar funcionalidades confiáveis, buscando atender plenamente às necessidades dos trabalhadores de campo. Apresenta as seguintes características:

#### REGISTRO DE MENSURAÇÕES

O cliente móvel foi desenvolvido com uma arquitetura que suporta o registro preciso e ágil de medidas, possibilitando a inserção de dados diretamente no local de coleta. Essa abordagem simplifica significativamente o processo, permitindo que os dados sejam registrados com rapidez e precisão, garantindo a integridade das informações coletadas.

## GERAÇÃO DE HISTÓRICO DE DADOS

Armazena dados cronologicamente, criando um histórico integral que pode ser revisado para análises de tendência e auditoria operacional. Facilita a distribuição segura e eficiente do histórico para stakeholders e oferece uma base sólida para a tomada de decisões coletivas e responsáveis. Mantém a integridade dos registros históricos e permite a restauração eficaz de dados em caso de necessidade operacional.

### 4.3.4 TECNOLOGIA NA ARQUITETURA DA PLATAFORMA

Com a API como o backbone operacional, o cliente web como o portal de gestão de dados e a aplicação mobile como a ferramenta de coleta em campo, é preciso delinear as escolhas tecnológicas estratégicas que formam a coluna vertebral do nosso sistema integrado. Cada componente foi projetado utilizando as melhores ferramentas disponíveis, voltadas para a escalabilidade, a performance e a experiência do usuário.

A API foi construída com Node.js, aproveitando o desempenho e a eficiência do motor V8, e o framework AdonisJS, que traz uma rica combinação de robustez e elegância. Esta escolha nos permite oferecer uma API versátil e de alto desempenho, capaz de lidar com grandes volumes de operações de maneira eficaz.

O cliente web foi desenvolvido com React, um dos mais modernos frameworks de JavaScript, conhecido pela sua capacidade de renderizar interfaces complexas e dinâmicas de usuário com alto desempenho e reatividade. Essa escolha reforça nossa dedicação a proporcionar uma experiência de usuário final coesa e intuitiva.

Para o cliente Mobile, optamos por Flutter, a moderna UI toolkit do Google, que nos possibilita criar interfaces nítidas e fluidas para dispositivos móveis com rapidez e eficiência. Além disso, a capacidade do Flutter de compilar para código nativo nos permite manter consistência visual e funcional entre diferentes plataformas móveis, garantindo uma boa performance.

Esta integração de tecnologias reflete um compromisso contínuo com a inovação e a qualidade na entrega dos nossos serviços. À medida que avançamos, continuamos avaliando e integrando novidades tecnológicas, sempre focando na agilidade, segurança e satisfação do usuário.

## 4.4 ENTREGA DO PRODUTO MÍNIMO VIÁVEL

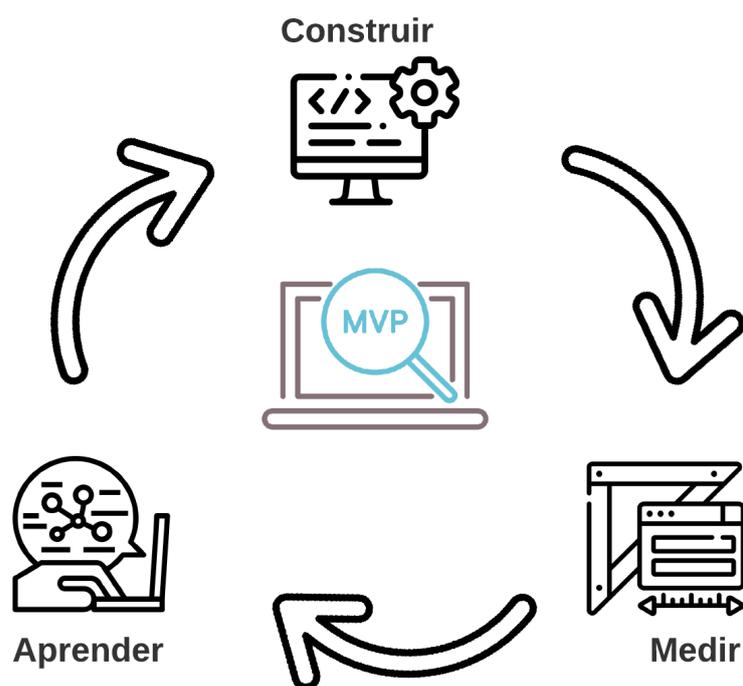
O lançamento de um produto mínimo viável (*Minimum Viable Product* - MVP), constitui um momento decisivo no ciclo de desenvolvimento do produto. Esta fase visa introduzir no contexto corporativo uma versão operacional básica do produto, permitindo aos usuários uma interação autêntica com a plataforma.

Após a finalização da primeira versão operacional, é chegada a hora de um passo estratégico: a demonstração para a diretoria e aos colaboradores da empresa salineira responsável pela validação do produto. A aceitação e os insights providos por eles são críticos, servindo de fundamento para a decisão de seguir com a evolução e aperfeiçoamento do MVP. Este é um momento crucial, onde aplicamos com eficiência os recursos para validar o potencial de mercado do produto.

Com um escopo focado no essencial, o MVP visa fornecer uma configuração que atenda às necessidades iniciais da empresa salineira, fazendo uso de uma estratégia ágil para adaptar-se ao feedback dos usuários numa dinâmica de melhoria contínua.

A metodologia MVP que abraçamos gera um processo iterativo composto por etapas de aprendizado, medição e construção — um trio dinâmico expresso na Figura ???. Esse fluxo de evolução contínua garante que o produto se mantenha alinhado às exigências crescentes do mercado, e que cada atualização introduza aprimoramentos ponderáveis.

Figura 4 – Fluxo da criação do MVP



Fonte: Autoria Própria

Cada marco representa uma etapa crucial no processo de desenvolvimento do produto. Na etapa de 'Aprender', mergulhamos na análise das necessidades específicas da empresa salineira, utilizando essa fase exploratória como base para calibrar a relevância da solução proposta. Prosseguindo para 'Medir', esse momento se torna o ponto focal para a coleta de feedback e a análise dos indicadores de desempenho, garantindo que as

funcionalidades estejam em perfeita ressonância com as atividades diárias da empresa.

Em seguida, na fase de 'Construir', tornamos tangível o desenvolvimento de funcionalidades-chave, respeitando o escopo definido e certificando de que o desenho das soluções esteja intrinsecamente alinhado a solucionar os pontos pinçados como prioritários. A colaboração contínua com os membros da empresa salineira foi muito importante, criando uma relação simbiótica onde o feedback se traduz em evolução do MVP, assegurando sua adequação às necessidades e aspirações da empresa.

O relacionamento estreito com a empresa salineira foi instrumental para guiar o desenvolvimento do MVP, assegurando que suas funcionalidades sejam não apenas pertinentes, mas também refinadas no processo de transformar o produto em uma solução cada vez mais robusta. Essa metodologia colaborativa estabelece um crescimento do produto em sincronia com os objetivos usuais e estratégicos da empresa, promovendo uma evolução que reflete o compromisso com a inovação e a excelência operacional

#### 4.4.1 IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA

A implantação do MVP constitui uma etapa determinante na jornada de evolução do produto. Essa fase visa colocar em prática o MVP desenvolvido, inicialmente alcançando o público diretamente envolvido: os profissionais da empresa. Com esta ativação, o foco é colher informações práticas e opiniões fundamentadas, que instrumentalizarão as rodadas de melhorias e refinamento subsequente do produto.

Ao avançar do desenvolvimento teórico para o teste prático, a plataforma torna-se acessível para a utilização real pelos membros da organização. Este passo crucial envolve procedimentos técnicos, como a configuração de servidores, a instauração de protocolos de segurança e a instalação de sistemas de monitoramento, visando assegurar uma operacionalidade segura e ininterrupta.

O MVP, na prática, é mais do que uma simplificação funcional. Através dele, os funcionários podem ser capacitados a registrar dados cruciais relacionados ao seu campo de trabalho, delinear medidas e monitorar variáveis-chave no processo operacional. O acesso a uma ferramenta de registro e análise facilita para a equipe de desenvolvimento a identificação de problemas operacionais e possibilita o reconhecimento de oportunidades de otimização.

Adotar o MVP significa fornecer uma plataforma com uma interface clara e intuitiva, projetada para a gestão otimizada de suas atividades diárias. Além disso, a integralidade dos dados recolhidos é condensada num dataset centralizado, que se torna um recurso valioso para a equipe de desenvolvimento. A análise aprofundada deste conjunto de dados abrirá caminho para a descoberta de tendências e a modelagem de padrões, ambos essenciais para a implementação de melhorias contínuas nos métodos e processos da empresa salineira,

conferindo um incremento na eficiência operacional da empresa como um todo.

Desta forma, a implementação do MVP não é vista apenas como um marco de progresso, mas como o início de um ciclo virtuoso de aprimoramento contínuo, no qual cada fase de teste e revisão aproxima o produto de uma solução cada vez mais sinérgica com as demandas e os objetivos estratégicos da organização.

## 4.5 ANÁLISE DOS DADOS E VALIDAÇÃO

Após a implementação do MVP e a coleta inicial de dados, entramos na fase de análise e validação, um momento para traduzir as informações coletadas em insights acionáveis. A análise de dados é crítica, pois serve como fundamento para validar as decisões de projeto e orientar o ciclo de melhorias contínuas do produto.

Com o uso do MVP, os profissionais da empresa estão efetivamente engajados na coleta de dados que capturam as particularidades do processo produtivo. Esta riqueza de dados, quando adequadamente analisada, fornece uma perspectiva detalhada dos fluxos de trabalho existentes, permitindo identificar gargalos, eficiências e ineficiências, e áreas críticas para a inovação e otimização.

### 4.5.1 VALIDAÇÃO COM OS USUÁRIOS

Para garantir uma análise rigorosa da aceitação da plataforma SmartSalt, foi realizada uma validação com base em *Technology Acceptance Model* (TAM), proposto por Davis (1985). O TAM é um método confiável para avaliar como os usuários vêm a aceitar e usar uma nova tecnologia. A pesquisa de Davis demonstrou que dois fatores primários influenciam essa aceitação: Percepção de Utilidade (PU), Percepção de Facilidade de Uso (PEOU), e foi posteriormente expandido para incluir a Atitude em relação ao Uso (ATU).

#### 4.5.1.1 VARIÁVEIS PARA AVALIAÇÃO

- **PU:** Esta variável reflete o grau em que um usuário acredita que usar a plataforma aumentará seu desempenho no trabalho. Isso será avaliado por meio de questionários que sondam a eficácia da SmartSalt em melhorar a eficiência e a produtividade dos funcionários da empresa.
- **PEOU:** Se refere a até que ponto os funcionários da empresa consideram a SmartSalt fácil de entender e operar. Questões atreladas a esta variável avaliarão o esforço cognitivo necessário para adotar a plataforma, assim como sua capacidade interativa e intuitiva.

- **ATU:** Esta métrica está relacionada à resposta emocional geral de um usuário em relação ao uso da plataforma. Inclui aspectos como o quão agradável é a experiência de uso da SmartSalt e se os funcionários se sentem positivamente motivados a empregá-la em suas rotinas de trabalho.

#### 4.5.1.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Utilizando um conjunto estruturado de questionários que visam mensurar essas variáveis específicas do TAM, os funcionários da empresa salineira que interagiram diretamente com a SmartSalt foram convidados a compartilhar suas percepções e atitudes. A metodologia de coleta e análise dos dados foi cuidadosamente projetada para garantir validade estatística e relevância dos insights.

Uma análise aprofundada dos dados coletados das respostas dos questionários permitiu à equipe medir o sucesso da plataforma e identificar áreas que exigem atenção e melhoria. Os insights adquiridos via método TAM orientaram as decisões subsequentes relativas ao design e funcionalidades da SmartSalt. A equipe de desenvolvimento utilizou essa informação para refinar o MVP, assegurando que o produto estivesse alinhado com as necessidades dos usuários.

# 5 SmartSalt: Uma Solução para a Indústria Salineira

A solução desenvolvida neste trabalho representa uma resposta aos desafios enfrentados pela indústria salineira. Ao explorarmos seus principais recursos, benefícios e potenciais impactos, destacamos seu papel fundamental no aprimoramento dos processos de produção de sal. Por meio dessa investigação, proporcionamos uma compreensão abrangente do papel da SmartSalt na indústria, ressaltando seu potencial para impulsionar a inovação e promover a sustentabilidade no ramo salineiro.

## 5.1 ENTREVISTAS COM O PÚBLICO-ALVO

Antes de iniciar as entrevistas, tomamos etapas meticulosas para garantir a integridade e eficácia do nosso processo. Primeiramente, foi realizada a seleção cuidadosa dos participantes, alcançando uma amostra diversificada que abrangesse as várias posições chave dentro do setor salineiro, incluindo gestores, feitores e trabalhadores das salinas. A seguir, detalhamos as principais considerações feitas durante o planejamento das entrevistas para o projeto Smartsalt:

### 5.1.1 CONTATO COM OS PARTICIPANTES

O escopo do projeto Smartsalt concentra-se na coleta e análise de dados da salicultura. Nesse contexto, Identificamos que o público-alvo compreende diversos profissionais do setor salineiro, atuando em várias posições operacionais e estratégicas, como gestores, feitores, e trabalhadores das salinas.

Para estabelecer o primeiro contato, recorreremos a um consultor especializado da indústria salineira, que forneceu alguns contatos selecionados para uma aproximação por meio de um aplicativo de mensagens (WhatsApp). Nesse primeiro contato, esboçamos a essência do projeto Smartsalt, expondo nossos objetivos e a busca por uma coleta de dados fundamentada na precisão e na análise aprofundada.

Com um convite personalizado para as entrevistas planejadas, destacamos a relevância da contribuição de cada um para o sucesso do projeto. A comunicação foi realizada com respeito ao tempo e espaço dos participantes, seguindo rigorosamente princípios éticos e práticas conscientes na obtenção de consentimento. O resultado dessa preparação meticulosa foi aceitável, com a confirmação da participação de três dos cinco perfis esperados. Isso não apenas reflete a receptividade e entusiasmo dos participantes, mas também fortalece a

obtenção de insights desde o início deste empreendimento analítico.

### 5.1.2 DADOS DE INTERESSE NA PRODUÇÃO SALINEIRA

Durante as entrevistas no contexto da produção salineira, é fundamental observar e coletar dados específicos que proporcionem uma compreensão abrangente do processo. Os principais dados de interesse incluem:

- **Parâmetros do Ciclo Produtivo:** Durante as conversas, é crucial explorar detalhadamente as diversas fases do ciclo produtivo, desde a captação da água salgada até a colheita. Isso permitir compreender as nuances de cada etapa e identificar possíveis áreas de aprimoramento.
- **Qualidade do Produto Final (Sal):** Solicitar informações sobre os atributos físicos, químicos e organolépticos do sal produzido. Esses dados são vitais para entender a relação entre as práticas adotadas durante o ciclo produtivo e a qualidade final do produto.
- **Gestão de Dados:** Durante as entrevistas, explorar as práticas de armazenamento e análise de informações. Compreender os sistemas utilizados pelos produtores, identificar desafios enfrentados e potenciais melhorias garantirá uma gestão eficiente dos dados.
- **Desafios e Oportunidades dos Produtores:** Inserir questões que permitam aos produtores compartilhar suas percepções sobre os desafios diários e as oportunidades que identificam. Isso proporcionará uma visão prática dos obstáculos operacionais e das áreas que podem se beneficiar de melhorias.

Observar cuidadosamente esses dados durante as entrevistas não apenas informará a compreensão atual da produção salineira, mas também guiará estrategicamente as ações futuras para otimizar o processo e impulsionar a eficiência na indústria.

### 5.1.3 ESTRUTURA DAS ENTREVISTAS

A estratégia para coleta de dados com os salineiros foi cuidadosamente planejada visando promover uma comunicação autêntica e eficaz. Optamos pelo uso do Google Meet para conduzir as entrevistas, uma plataforma que se mostrou crucial na criação de um canal de diálogo direto e interativo. A natureza virtual das videoconferências não apenas facilitou o acesso e a conveniência para os entrevistados, mas também nos permitiu, mesmo que virtualmente, a oportunidade observar detalhes significativos da rotina de trabalho nas salinas, como os processos diários e as particularidades operacionais.

Nossa metodologia adotou entrevistas semi-estruturadas, um formato que se alinha à obtenção de respostas detalhadas sobre aspectos-chave, mantendo ao mesmo tempo espaço para o fluxo natural da conversa. Isso significa que, embora tenhamos seguido um guia preparado para assegurar a cobertura de temas essenciais, permanecemos abertos e adaptáveis a novos tópicos trazidos pelas experiências dos participantes. Com uma média de vinte minutos por sessão.

As perguntas foram agrupadas em três blocos e concentraram-se em questões específicas relacionadas à salicultura (ver Tabela 2). Essa abordagem permitiu uma exploração aprofundada de temas-chave, enquanto mantínhamos a flexibilidade para nos adaptarmos a tópicos emergentes durante o diálogo, mantendo uma abordagem concentrada e, ao mesmo tempo, exploratória.

Tabela 2 – Questionário das Entrevistas

<b>Questões</b>	
<b>Bloco I</b>	Quais as principais atividades realizadas durante o processo de fabricação do sal?
	Quem são os principais responsáveis por executar tais atividades?
<b>Bloco II</b>	Quais os principais parâmetros/variáveis que são levadas em conta durante as atividades?
	Quais as principais dificuldades encontradas no processo de produção de sal?
<b>Bloco III</b>	Como é feito o procedimento de coleta de dados em campo? E o armazenamento desses dados?
	Como seria possível melhorar esse processo?
	Existe perda de informações nesse processo de armazenamento?

Fonte: Autoria Própria

A abrangência da nossa pesquisa ultrapassou os limites operacionais e técnicos, indo além para compreender as atitudes e expectativas dos profissionais em relação a inovações tecnológicas e ferramentas digitais. O objetivo era duplo: primeiro, oferecer uma visão abrangente e completa que refletisse as realidades multifacetadas das salinas; segundo, garantir que os dados coletados fossem imediatamente aplicáveis e altamente relevantes para impulsionar a inovação e a eficiência nos processos de produção de sal.

### 5.1.4 CONDUÇÃO, ENTREVISTAS E OBSERVAÇÕES

Com estratégia cuidadosamente estabelecida, iniciamos à fase de execução das entrevistas, guiadas por o questionário de extração da Tabela 2, que se mostrou essencial para orientar a coleta de dados. Este questionário foi continuamente avaliado e refinado pela equipe, assegurando sua eficácia ao longo do processo. Durante as entrevistas, as perguntas do questionário serviram como uma base sólida, mas o formato flexível permitiu a exploração adicional de tópicos mais relevantes à medida que o diálogo se desdobrava.

A equipe empenhou-se em aprofundar-se em áreas identificadas como cruciais pelos entrevistados, buscando extrair informações detalhadas e encorajando uma troca enriquecedora de perspectivas sobre o processo produtivo salineiro. Ao término de cada entrevista, todos os campos do questionário de extração foram meticulosamente preenchidos, enquanto informações adicionais consideradas relevantes foram minuciosamente registradas.

Simultaneamente, foram realizadas observações atentas durante as interações, proporcionando uma visão mais abrangente e contextual das operações nas salinas. Essa abordagem combinada, entre entrevistas e observações, enriqueceu significativamente a compreensão do processo produtivo salineiro.

Essa fase de coleta de dados foi inestimável para capturar insights significativos dos entrevistados, enriquecendo a compreensão do processo produtivo salineiro e fornecendo bases essenciais para a evolução da plataforma Smartsalt.

## 5.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E PARÂMETROS

As entrevistas foram realizadas com três perfis (P1, P2 e P3) de participantes, sendo eles, respectivamente, um consultor, o diretor executivo e um superintendente de produção, que possuem experiência em atividades salineiras variando de 6 a 30 anos. O objetivo das entrevistas foi coletar informações sobre o funcionamento e as práticas utilizadas no setor, bem como os desafios enfrentados. As perguntas foram agrupadas em três blocos e concentraram-se em questões específicas relacionadas à salicultura. Na Tabela 3, são apresentadas as perguntas abordadas no Bloco I e as respostas obtidas a partir das entrevistas.

Tabela 3 – Bloco I de Questões

Perfil	Bloco I	
	Quais as principais atividades realizadas durante o processo de fabricação do sal	Quem são os principais responsáveis por executar tais atividades?
P1	As principais atividades envolvidas no processo de salicultura são a captação de água, evaporação e cristalização, seguidas pela fase de coleta e estocagem do sal.	A supervisão do processo fica a cargo dos feitores de sal ou do gerente de produção, que possuem grande experiência na área, e trabalham em conjunto com uma pequena equipe.
P2	A maioria das salinas está situada em leitos de rio. Durante as marés altas, a água flui para dentro da terra (conhecido como "refluxo"), sendo captada por bombas d'água e direcionada para os tanques de evaporação e cristalização. Em seguida, ocorre a coleta, lavagem do sal e estocagem.	O feitor e seus funcionários são quem acompanham esse processo, desde a captação da água do mar até a estocagem do sal.
P3	Considero que a produção de sal em uma salina envolve três fatores essenciais: a matéria-prima, o clima e as condições do terreno. O processo começa com a coleta da água do mar, que é então evaporada para aumentar a concentração de sais. Em seguida, ocorre a etapa de concentração nos concentradores, onde a água é parada para permitir a concentração do sulfato de cálcio, e, finalmente, ocorre a precipitação do cloreto de sódio nos cristalizadores.	Nesta operação de produção de sal, existe uma equipe de engenheiros responsáveis, composta por treze funcionários divididos em vários setores, incluindo o setor de controle de qualidade do sal.

Fonte: Autoria Própria

O Bloco I das entrevistas teve como objetivo obter informações sobre o processo de produção de sal no ambiente de trabalho dos entrevistados. Na questão 1, que abordou as principais atividades salineiras, observou-se que, apesar de algumas diferenças nas respostas, os três entrevistados destacaram que as principais atividades do processo de produção de sal são captação, evaporação e cristalização. O entrevistado P3 acrescentou uma fase intermediária entre a evaporação e a cristalização, que é a concentração necessária para a formação de sulfato de cálcio. Também foi ressaltado que existem fases posteriores ao processo de produção, como colheita e estocagem do sal. Isso demonstra que o processo de produção de sal segue um padrão que pode ser observado e analisado em diferentes

ambientes, destacando os pontos de transição entre as três principais etapas.

Na questão 2, os entrevistados evidenciaram que um pequeno grupo de funcionários é responsável pelo controle do processo de produção de sal. O feitor de sal e sua equipe, que normalmente são pessoas com grande experiência no ramo, detêm o conhecimento prático necessário para garantir a qualidade e eficiência da produção. No entanto, essa grande dependência desse grupo pode representar um problema, pois a substituição dessa equipe pode ser difícil e pode impactar negativamente a produção.

O bloco II das questões teve como foco as variáveis observadas no processo produtivo de sal e sua importância para o mesmo, conforme mostrado na Tabela 4 com as respostas dos entrevistados.

Tabela 4 – Bloco II de Questões.

Perfil	Bloco II	
	Quais os principais parâmetros/variáveis que são levadas em conta durante as atividades?	Quais as principais dificuldades encontradas no processo de produção de sal?
P1	Normalmente, nesse processo, os feitores estabelecem pontos chave de medição. Na fase de evaporação, é observado principalmente o nível da água e densidade. Já na fase de cristalização, o nível de água é monitorado e a laje de sal formada é medida diariamente ou semanalmente. Além disso, é importante medir a densidade de abastecimento e drenagem, e retirar amostras para verificar a concentração de solúveis, principalmente cálcio e magnésio, em laboratório.	Com base nas visitas realizadas a 17 salinas, identifiquei que a principal dificuldade está relacionada aos métodos analógicos utilizados para medir os níveis de sal. Embora não seja objetivo alterar esses métodos, é crucial mudar a forma como os dados são armazenados e comunicados. Sem um registro histórico desses dados, não há como saber quais são os níveis adequados em cada ponto dos parâmetros observados, especialmente considerando que eles variam de terreno para terreno. Portanto, as maiores dificuldades estão na coleta, armazenamento e comunicação dos dados, pois falta um padrão para a gestão dessas informações.

P2	Todos os parâmetros são observados, com destaque para a salinidade, qualidade da água, possíveis contaminantes e a qualidade das artêmias utilizadas para limpar a água. Na etapa de captação, a salinidade da água é medida e, em seguida, durante a evaporação, é observada a densidade da solução salina. Durante a separação da água, é medido o nível de salinidade da água remanescente e a formação da laje de sal é monitorada.	Não há nenhuma dificuldade, mas o método de medição atual é realizado manualmente por funcionários que vão a campo para fazer as medições. Seria mais vantajoso se o processo fosse automatizado. Conheço um amigo que é capaz de medir a salinidade da água com o próprio dedo ao chegar em um ponto de medição, fornecendo informações como x graus Baumé. Vou medir com o equipamento e confirmar exatamente o que ele disse. Isso é muito bom, mas se a medição fosse automática, seria ainda melhor.
P3	Durante o processo de produção de sal, a água percorre um caminho onde ocorre a precipitação de vários sais, tais como ferro, cálcio, sais minerais, e também ocorre a precipitação de magnésio. Por fim, ocorre a precipitação do cloreto de sódio, que é o sal que é produzido.	Não há nenhuma dificuldade nesse processo, que já é uma tarefa rotineira nas salinas, mas é preciso ter cuidado com a precipitação desses outros sais junto ao cloreto de sódio. Para isso, deve-se observar cuidadosamente a concentração da salmoura.

Fonte: Autoria Própria

Pode-se observar com as respostas da questão 1 que existem pontos específicos ou estações de monitoramento ao longo do processo produtivo, onde são realizadas mensurações de parâmetros de controle. Diferentes parâmetros devem ser acompanhados em cada fase do processo produtivo. Durante a captação da água, é observada a salinidade da água; na evaporação, são medidos o nível da água evaporada e a densidade/salinidade da água; na cristalização, é medida a espessura da laje de sal criada, a densidade/salinidade de abastecimento e drenagem e o nível da água. Amostras são retiradas para observar a concentração de cálcio e magnésio. Por último, na colheita e estocagem, é observado o total de toneladas produzidas. Esses parâmetros são monitorados por meio de estações de monitoramento específicas ao longo do processo produtivo.

Além disso, na questão 2 deste bloco, foi questionado sobre as dificuldades do

processo de produção de sal marinho. Os perfis P1 e P2 relataram que a principal dificuldade é a coleta manual de dados, mas o P1 destacou que a dificuldade está no armazenamento e na comunicação desses dados, devido à falta de padronização e histórico bem definido. Já o P3 afirmou que não há nenhuma dificuldade no processo, mas é necessário ter cuidado com a precipitação de outros sais juntamente com o cloreto de sódio.

Em seguida, no bloco III, foi abordado como os parâmetros de controle são coletados e armazenados, e qual a sua importância para o processo produtivo. As respostas dos entrevistados são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 – Bloco III de Questões.

Perfil	Bloco III		
	Como é feito o procedimento de coleta de dados em campo? E o armazenamento desses dados?	Como seria possível melhorar esse processo?	Existe perda de informações nesse processo de armazenamento?
P1	A coleta de dados é realizada manualmente, utilizando réguas fixadas para medir o nível da água e aerômetros baumé para medir a densidade. Nos cristalizadores, além desses instrumentos, é aberta uma vala para se medir a espessura da laje de sal criada e outros parâmetros são analisados em laboratório. Essa coleta é realizada nos pontos de observação ao longo do processo produtivo. Quanto ao armazenamento dos dados, é comum que sejam registrados em folhas de papel, em históricos de conversas no WhatsApp ou, em casos mais avançados, em planilhas de Excel.	Na minha opinião, seria interessante desenvolver um aplicativo para smartphones que permita aos funcionários cadastrar os dados necessários para melhorar esse processo. Com o aplicativo, os parâmetros e pontos de coleta já estariam armazenados na base de dados, o que tornaria mais fácil para o funcionário adicionar novos dados. Essas informações seriam enviadas em tempo real para o responsável pela produção, que poderia acessar os históricos de medições com mais facilidade, ajudando na tomada de decisões.	Sim, a perda de dados é um risco, pois pode haver perda dos históricos desses dados, uma vez que não existe uma padronização para o armazenamento. Muitas vezes, após a tomada de decisão, a informação registrada é perdida, o que dificulta o uso desses históricos para auxiliar na tomada de decisão.

P2	A coleta é feita de forma manual, onde o funcionário vai ao campo e faz as medições necessárias. O armazenamento é feito em um banco de dados, onde se tem o histórico de cada evaporador/cristalizador, desde a maturação da água até a colheita do sal. Antigamente, esse armazenamento era feito em papel, mas hoje, na região do córrego, ainda é utilizado o papel. Essas são salinas de menor porte. Entretanto, nas salinas de maior porte, é utilizado um sistema para o armazenamento de dados.	Para melhorar, seria necessário automatizar a coleta desses dados.	Não acredito que ocorra nas salinas que utilizam sistemas, mas sim nas outras. O papel rasga e é molhado, o que pode resultar na perda dessas informações.
P3	A coleta é realizada manualmente e o processo de salmoura envolve quatro estágios. Durante a transição de um estágio para outro, é feita a coleta da salmoura, utilizando régua para indicar a lâmina d'água. Uma parte da amostra é levada para o laboratório, onde as informações são armazenadas em um sistema eletrônico. Anteriormente, todo o processo era registrado apenas mentalmente, mas com o tempo foi implementado o uso de notas, e atualmente o sistema é totalmente moderno e informatizado.	À medida que as empresas se modernizam, elas apresentam suas necessidades e nós nos adaptamos para atender à demanda. Nos esforçamos para nos adequar aos nossos clientes e suas necessidades em constante mudança.	Assim, conseguimos obter os dados de nosso interesse, os quais servem como base para serem estudados pelos engenheiros de produção e qualidade.

Fonte: Autoria Própria

Nesta seção da entrevista, os três entrevistados relatam que o procedimento de coleta de dados é realizado manualmente. Um funcionário responsável se desloca até um ponto de medição e utiliza instrumentos como régua fixadas nos tanques e aerômetros de baumé para realizar a coleta. Além disso, é feito um buraco na salmoura para medir o comprimento da laje de sal e retirar amostras para análise laboratorial. No que se refere

ao armazenamento dos dados coletados, P1 menciona que as informações são registradas em uma folha de papel ou em históricos de conversas do WhatsApp, enquanto P2 e P3 relatam que é utilizado um sistema específico para o armazenamento dos dados.

Na questão 2 do bloco III, que busca opiniões sobre melhorias no processo, P1 comenta que uma padronização dos dados seria importante para melhorar a comunicação entre as partes envolvidas, sugerindo a implementação de um aplicativo que permita cadastrar e consultar esses dados de forma mais rápida e fácil. Já P2 relata a necessidade de aprimorar o processo de coleta de dados de forma automática. Por sua vez, P3 acredita que o processo se adaptará às demandas à medida que surgirem, buscando atender as necessidades de seus clientes.

Em relação à perda de dados, P1 acredita que há perda de informações devido à falta de padronização e ao armazenamento em papel em algumas salinas que ele visitou. Já P2 relata que isso também ocorre em salinas que não utilizam sistemas de armazenamento de dados, mas, nas que utilizam, a perda de informações é evitada. P3 não comenta sobre perda de dados, mas menciona que é possível obter os dados de interesse de uma salina, e que existem diversas informações que servem de base para análises dos engenheiros.

Com base nas informações coletadas nas entrevistas com os atores do setor do sal, foram identificadas as seguintes necessidades para o desenvolvimento de uma plataforma que possa ajudá-los a coletar e analisar dados:

1. Armazenamento de dados: A plataforma deve permitir o armazenamento seguro e confiável de informações relevantes durante o processo de produção.
2. Auxílio na Coleta de dados: A plataforma deve ser capaz de auxiliar o produtor na coleta de dados relevantes dos equipamentos.
3. Análise de dados: A plataforma deve ser capaz de analisar os dados coletados para identificar tendências, padrões e oportunidades de melhoria.
4. Geração de relatórios: A plataforma deve ser capaz de gerar relatórios personalizados para ajudar os produtores a entender melhor seus dados e tomar decisões informadas.
5. Acesso remoto: A plataforma deve ser acessível de forma remota para permitir que os produtores monitorem e gerenciem seus dados a qualquer momento e de qualquer lugar.
6. Interface intuitiva: A plataforma deve ter uma interface de usuário intuitiva e fácil de usar para garantir que os produtores possam interagir facilmente com seus dados.
7. Suporte ao cliente: A plataforma deve oferecer suporte técnico e assistência ao cliente para garantir que os produtores possam obter ajuda sempre que precisarem.

Com base no conhecimento desses requisitos e com o auxílio do P1 (consultor), foram utilizados os trechos das entrevistas dos blocos I e II de perguntas para entender o processo de produção e definir a plataforma. Nesses trechos, são relatadas as principais atividades executadas durante o processo de produção do sal e os fatores observados em todo o processo. Assim, além dos requisitos anteriores, foram observados requisitos referentes à digitalização do processo. Esses requisitos serão apresentados a seguir nas Tabelas (Tabela 6 e Tabela 7), que foram subdivididas em categorias para simplificar a apresentação das duas classes de requisitos: requisitos gerais para digitalização do processo e coleta de dados e os requisitos para auxílio na tomada de decisão.

Tabela 6 – Requisitos para Digitalizar uma Empresa Salineira

<b>Requisitos para Digitalizar uma Empresa Salineira</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Recursos e Digitalização de uma Empresa Salineira	A plataforma deve permitir que o usuário possa manter informações sobre a empresa ou grupo salineiro.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa manter informações das salinas pertencentes à empresa ou grupo salineiro.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa manter informações sobre os funcionários da empresa ou grupo salineiro que têm acesso à plataforma.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa visualizar o mapa da salina e todas as estações de monitoramento cadastradas na aplicação.
Recursos e Digitalização do Processo de Produção do Sal	A plataforma deve permitir que o usuário possa manter informações sobre os pontos ou estações de monitoramento.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa registrar as medições dos parâmetros observados em cada estação de monitoramento na salina durante o processo de produção de sal.

Fonte: Autoria Própria

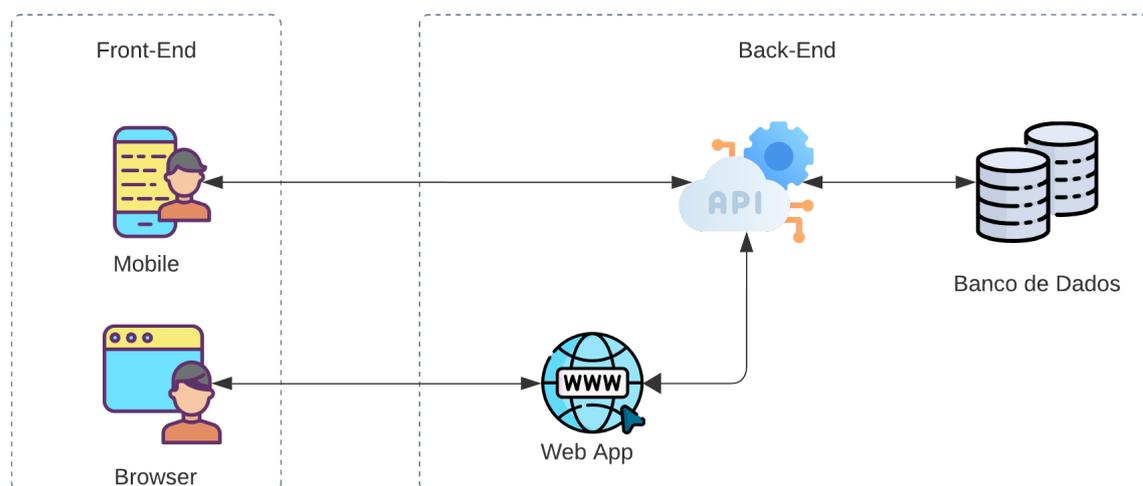
Tabela 7 – Requisitos de Visualização e Interpretação

<b>Requisitos de Visualização e Interpretação</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Recursos para Recuperação e Visualização dos Parâmetros	A plataforma deve permitir que o usuário possa gerar histórico das mensurações de uma estação de monitoramento.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa exportar históricos das mensurações de uma estação de monitoramento.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa gerar relatórios das mensurações de uma estação de monitoramento.
	A plataforma deve permitir que o usuário possa exportar relatórios das mensurações de uma estação de monitoramento.
Recursos para Auxílio da Interpretação dos Dados	A plataforma deve permitir que o usuário possa visualizar gráficos da evolução de um parâmetro em uma estação de monitoramento e em um período de tempo.
	A plataforma deve permitir que o usuário visualize gráficos da evolução de um parâmetro em todos os pontos ou estações de monitoramento ao longo do processo de produção de sal durante um período de tempo específico.

Fonte: Autoria Própria

## 5.3 CRIAÇÃO DA ARQUITETURA E DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA

Figura 5 – Arquitetura da plataforma Smartsalt



Fonte: Autoria Própria

A arquitetura da plataforma SmartSalt, representada na Figura 5, é composta por três componentes principais: a camada de aplicação cliente web, a aplicação móvel e a API. Cada um desses componentes desempenha um papel fundamental na funcionalidade e operação da plataforma, permitindo uma abordagem abrangente para atender às necessidades dos usuários.

A aplicação cliente web é destinada aos gestores e colaboradores das empresas salineiras que contratam o serviço. Através dessa interface, eles têm a capacidade de gerenciar eficientemente as informações relacionadas às salinas. Os gestores e colaboradores têm a capacidade de acessar e analisar os dados coletados, a visualização de métricas relevantes e a tomada de decisões para otimização da produção de sal.

A aplicação móvel, por sua vez, é projetada para os funcionários que realizam a coleta de dados em campo nas salinas. Essa ferramenta móvel permite que eles registrem informações em tempo real, diretamente no local de produção. Dessa forma, a coleta de dados é simplificada e agilizada, garantindo a precisão e a atualização constante das informações essenciais.

A API desempenha um papel central na comunicação e na integração harmoniosa entre os diversos componentes da plataforma. Ela oferece uma interface padronizada para acessar recursos e funcionalidades, realizando tarefas como o controle de usuários, gerenciamento de logins e permissões de acesso. Além disso, a API proporciona maior fle-

xibilidade ao permitir a integração com outras aplicações e sistemas externos, aumentando a interoperabilidade da plataforma.

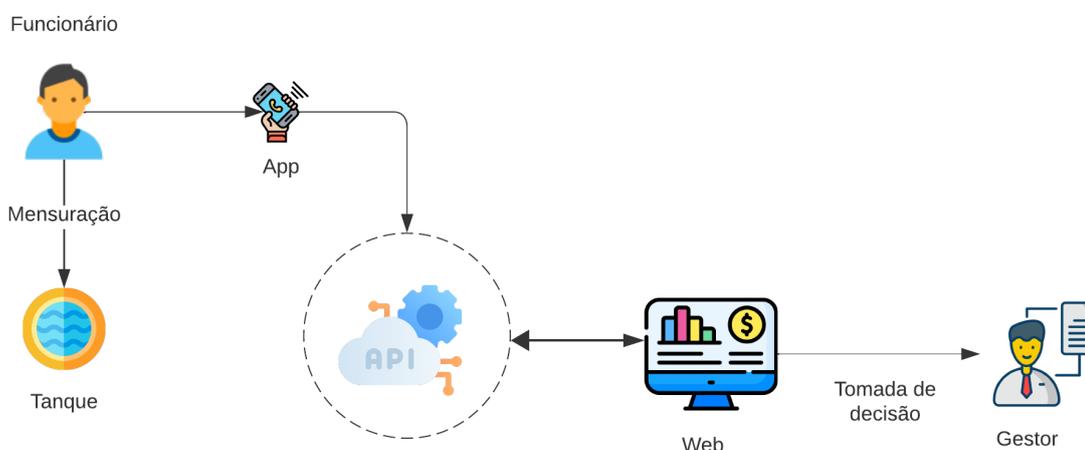
Essa interconexão eficiente, entre a camada de aplicação cliente web, a aplicação móvel e a API é essencial para garantir o funcionamento suave e eficaz da plataforma SmartSalt. Essa abordagem arquitetônica não apenas facilita a interação entre os usuários e os dados, mas também oferece uma base sólida para futuras expansões, melhorias e integrações com outros sistemas, garantindo a evolução contínua da plataforma para atender às demandas em constante mudança.

### 5.3.1 PLATAFORMA SMARTSALT

Este estudo surge em resposta aos desafios prementes enfrentados pela indústria salineira, visando a oferecer soluções sólidas e eficazes. Nesse contexto, é apresentada a plataforma SmartSalt, uma abordagem inovadora que se concentra na gestão de conhecimento e inteligência de negócios direcionados às operações das salinas. A principal finalidade dessa plataforma é proporcionar aos produtores um conjunto robusto de indicadores e insights, derivados por meio de análises profundas de dados.

A plataforma SmartSalt é projetada com uma arquitetura abrangente e funcional, representada de forma explicativa na Figura 6. Seu funcionamento é intrinsecamente ligado à coleta precisa e sistemática dos dados físico-químicos, que são vitais para a operação das salinas. Esses dados, obtidos diretamente no campo, são submetidos à plataforma por meio de interfaces que podem ser acessadas tanto por navegadores tradicionais, através das interfaces web, quanto por meio de dispositivos móveis, conferindo flexibilidade e acessibilidade aos usuários.

Figura 6 – Cenário da Plataforma Smartsalt



Fonte: Autoria Própria

É essencial compreender a complexidade dos componentes que compõem a arqui-

tetura da plataforma SmartSalt. Cada elemento desempenha um papel significativo na jornada dos dados, desde a sua aquisição até a análise e fornecimento de insights úteis para os produtores. A plataforma atua como um hub de informações, facilitando a interconexão fluida entre os dados coletados, as análises realizadas e as decisões estratégicas tomadas pelos profissionais do setor salineiro.

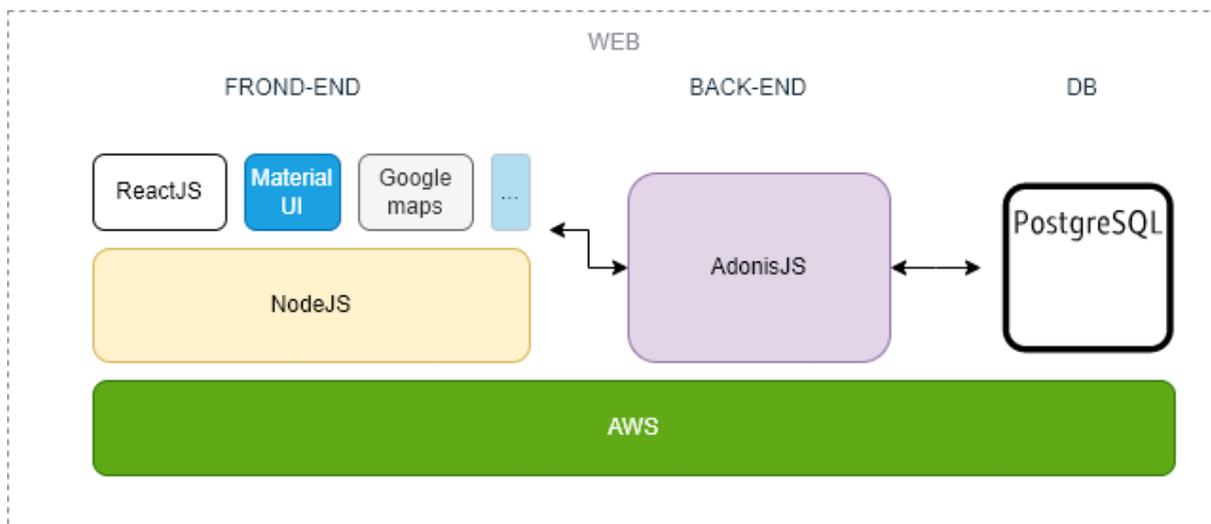
Além disso, um aspecto notável da plataforma é a sua capacidade de adaptação e integração. A API desempenha um papel fundamental nesse contexto, permitindo que os dados fluam entre os diferentes componentes de forma harmoniosa. A API também assume a responsabilidade de gerenciar aspectos cruciais, como o controle de usuários, autenticação e permissões de acesso, garantindo uma experiência segura e personalizada para cada usuário.

A plataforma é uma resposta inovadora às necessidades prementes do setor salineiro. Seu design cuidadoso e sua arquitetura abrangente asseguram a coleta precisa de dados, a realização de análises significativas e a disponibilização de insights valiosos para os produtores. Essa plataforma promete transformar a maneira como as salinas operam, capacitando-as a tomar decisões mais informadas e estratégicas, otimizando assim o seu desempenho e eficácia operacional. A Figura 6 ilustra de forma concisa a abordagem integrada e promissora da plataforma SmartSalt.

### 5.3.2 PROTÓTIPO DA PLATAFORMA

Com base nos requisitos previamente identificados, foi possível conceber uma versão preliminar da plataforma, cujo objetivo primordial é realizar a coleta periódica das medições inerentes ao processo de produção de sal marinho. A Figura 7 oferece uma perspectiva mais detalhada acerca dos componentes-chave e das tecnologias empregadas nessa fase inicial do desenvolvimento.

Figura 7 – Arquitetura do Protótipo WEB da Smartsalt

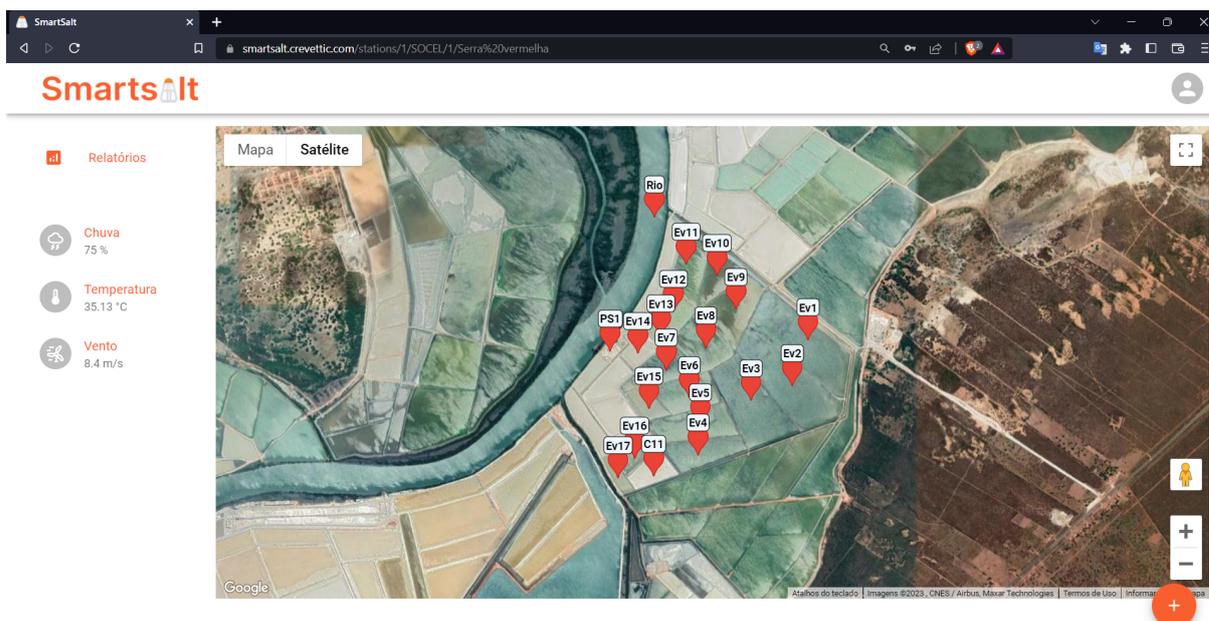


Fonte: Autoria Própria

No intuito de materializar essa primeira iteração, optou-se por adotar a infraestrutura de nuvem disponibilizada pela AWS (*Amazon Web Services*). O processo de desenvolvimento utilizou diversos *frameworks*, cada qual alinhado ao cumprimento de uma função específica. O ReactJS, acompanhado por variadas bibliotecas de composição e estilo, foi empregado na criação dos componentes gráficos e das interfaces de usuário. Paralelamente, o *framework* AdonisJS, reconhecido por sua eficiência no desenvolvimento ágil de aplicações, viabilizou a implementação das regras de negócio e do controle de acesso.

No âmbito do armazenamento de dados, a escolha recaiu sobre o *Amazon Relational Database Service* (RDS), uma solução que facilita a criação e administração de instâncias do PostgreSQL. Tal decisão visa assegurar a eficaz manipulação e gestão das informações essenciais ao funcionamento da plataforma. A Figura 10 ilustra de maneira concisa a interface que permite a visualização das informações relativas a uma salina em específico.

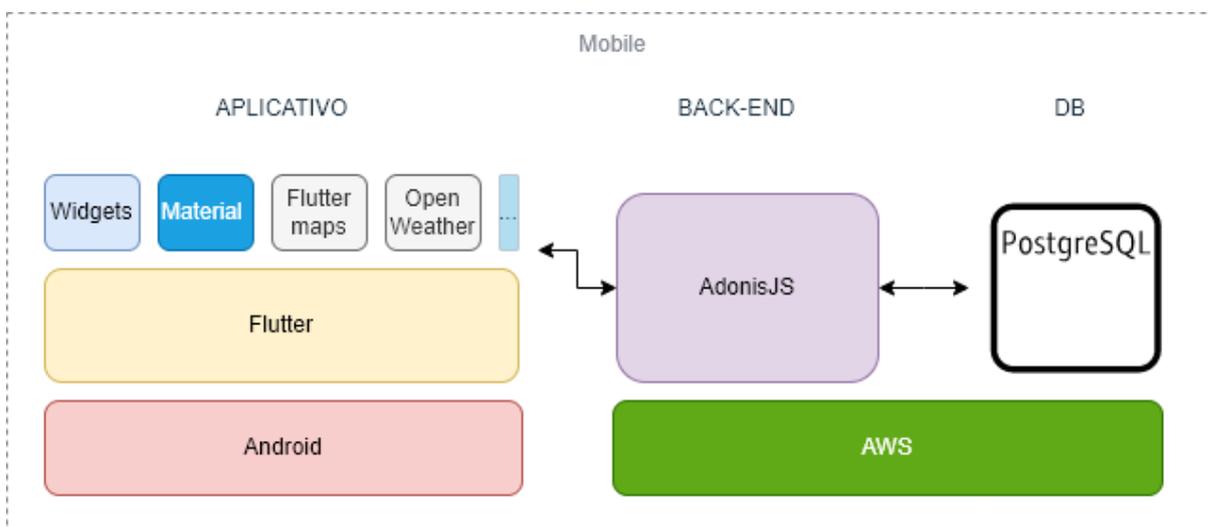
Figura 8 – Tela de Visualização da Salina Web



Fonte: Autoria Própria

Dada a vasta extensão geográfica das salinas, tornou-se imperativo possibilitar a coleta de informações diretamente no campo. Para atender a essa necessidade de mobilidade e oferecer suporte aos salineiros encarregados da coleta de dados, uma versão dedicada do cliente mobile da plataforma foi desenvolvida, em adição à versão web preexistente. Inicialmente, a implementação concentrou-se na plataforma Android, considerando sua ampla base de usuários. A Figura 9 proporciona uma visão mais detalhada dos principais elementos e tecnologias empregados nessa etapa inicial do desenvolvimento.

Figura 9 – Componentes do Protótipo Mobile da Smartsalt



Fonte: Autoria Própria

O processo de criação do cliente mobile foi concretizado através da utilização do

*framework* Flutter, o qual se beneficiou de uma série de bibliotecas para aprimorar a estilização do aplicativo. O Flutter se destaca pela sua flexibilidade e eficiência, além de apresentar um desempenho notável em comparação com outros *frameworks*. Sua capacidade de desenvolver aplicativos para várias plataformas (Android, iOS e Desktop) por meio de um único conjunto de códigos é de suma importância, conferindo agilidade e economia ao processo de desenvolvimento. Essa abordagem também sinaliza a viabilidade de uma eventual versão IOS da plataforma, oferecendo uma perspectiva promissora para expansões futuras.

Figura 10 – Tela de Visualização da Salina



Fonte: Autoria Própria

O cliente mobile da plataforma SmartSalt, como demonstrado na Figura 10, materializa-se como um aliado fundamental na coleta de dados em campo. Sua versatilidade em realizar medições em diversas áreas das salinas proporciona agilidade na coleta de dados, beneficiando os produtores ao facilitar interações ágeis, convenientes entre os salineiros e a plataforma. O protótipo implementado permite que os produtores cadastrem suas salinas, relatem suas mensurações e visualizem todos os dados cadastrados pelos produtores em forma de relatório. O protótipo será liberado entre os produtores salineiros e, a partir disso, será possível construir um planejamento de curto, médio e longo prazo do projeto, para incluir novas funcionalidades e atender as demais necessidades dos produtores de sal.

Ao sintetizar todas essas abordagens, a primeira versão da plataforma emerge como um sistema que desempenha um papel crucial na aquisição sistemática de dados pertinentes à produção de sal marinho. Através da orquestração coesa e interconectada desses componentes, a plataforma se apresenta como um instrumento promissor para aprimorar e otimizar a operação das salinas, garantindo maior eficiência e assertividade nas decisões tomadas ao longo do processo produtivo.

## 5.4 PRODUTO MÍNIMO VIÁVEL

A proposta de valor do projeto SmartSalt é concretizada na forma do produto mínimo viável (MVP). Esta instância inicial da plataforma é intencionalmente desenhada para servir como uma versão simplificada, mas funcional, da solução completa proposta. Ela serve para demonstrar a viabilidade e a eficácia do conceito central, fornecendo uma base sólida para testes, iteração e melhorias futuras.

### 5.4.1 DESCRIÇÃO DO MVP

Desenvolvido com base nas informações obtidas através de entrevistas e análise de requisitos, o MVP da SmartSalt incorpora um conjunto de funcionalidades essenciais orientadas a facilitar o gerenciamento e a análise de operações em salinas. As funcionalidades incluídas nesta versão inicial são:

- **Registro e Autenticação de Usuários:** Estabelecendo um sistema seguro e eficiente de registro e login, acessível tanto aos produtores salineiros quanto aos seus colaboradores. Isso cria uma barreira inicial necessária contra o acesso não autorizado e permite uma experiência personalizada para os usuários.
- **Gerenciamento Dinâmico de Salinas:** Um módulo dedicado à inclusão e atualização das informações das salinas que fazem parte do grupo corporativo. Tal recurso permite detalhar as características específicas de cada salina, incluindo localização geográfica, área total, capacidade dos cristalizadores e evaporadores, e outros pontos de interesse para a operação.
- **Mapa Interativo para Visualização das Salinas:** Implementação de um mapa dinâmico que não só proporciona uma perspectiva espacial integral das salinas, mas também destaca e permite a interação com os pontos de coleta de dados específicos. Isto oferece uma ferramenta visual intuitiva para os usuários.
- **Sistema Móvel de Coleta de Dados:** Uma aplicação móvel robusta para habilitar a entrada de dados de operação em pelo pessoal em campo. A facilidade de uso desta aplicação é primordial, garantindo a captura consistente e fidedigna dos dados.

- **Relatórios Básicos de Performance:** Uma funcionalidade de relatórios para condensar e apresentar os dados coletados de forma significativa. Estes relatórios são a base para insights operacionais, permitindo aos gerentes e técnicos uma análise inicial do desempenho dos evaporadores e cristalizadores.

A seleção destas funcionalidades centrais foi influenciada tanto pelo impacto na eficiência operacional quanto pela facilidade de implementação na fase inicial. Ao mesmo tempo, considerou-se fundamental deixar espaço para expansões futuras e personalizações baseadas em feedback direto dos usuários.

#### 5.4.2 DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS E VARIÁVEIS SELECIONADOS

Durante o processo de coleta de dados, foram realizadas análises cuidadosas de papéis e planilhas utilizadas, resultando na seleção criteriosa dos parâmetros e variáveis mais relevantes para compor MVP do projeto SmartSalt. A escolha desses parâmetros foi fundamental para garantir a representatividade das análises e das projeções no contexto dos evaporadores e cristalizadores. A seguir, apresentamos os parâmetros selecionados, ressaltando sua importância e relevância para o projeto.

##### PARA OS EVAPORADORES

Tabela 8 – Parâmetros dos Evaporadores

Parâmetros dos Evaporadores	
Parâmetro	Descrição
Salinidade (°Bé)	A salinidade é uma medida crítica que influencia diretamente na qualidade e na eficiência do processo de evaporação. Aferir a salinidade é essencial para garantir a produção de sal dentro dos padrões desejados.
Temperatura (°C)	A temperatura desempenha um papel fundamental na taxa de evaporação e, conseqüentemente, na eficiência do processo. Monitorar a temperatura é crucial para otimizar a produção de sal e a operação dos evaporadores.
Nível (cm)	O nível de líquido nos evaporadores é um indicador importante para controlar o fluxo de materiais e garantir um funcionamento eficaz do sistema. O monitoramento dos níveis permite ajustes precisos na operação dos evaporadores, impactando diretamente na produtividade e na eficiência do processo de produção de sal.

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 8 apresenta os parâmetros selecionados para os evaporadores, destacando a importância de cada um deles. A salinidade medida em °Bé, a temperatura medida

em °C e o nível em cm são variáveis críticas que influenciam diretamente na qualidade e eficiência do processo de evaporação, sendo essenciais para garantir a produção de sal dentro dos padrões desejados.

## PARA OS CRISTALIZADORES

A Tabela 9 apresenta os parâmetros selecionados para os cristalizadores, ressaltando a importância de cada um deles. A salinidade no abastecimento e drenagem medida em °Bé, a temperatura em °C, o nível em cm, a espessura da laje em cm e a produção em Ton são variáveis cruciais que influenciam diretamente na qualidade do sal produzido e na eficiência do processo de cristalização.

Tabela 9 – Parâmetros dos Cristalizadores

<b>Parâmetros dos Cristalizadores</b>	
<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>
Salinidade Abastecimento (°Bé)	A medida da salinidade no momento do abastecimento é crucial para garantir a qualidade da matéria-prima utilizada no processo de cristalização. Controlar essa variável influencia diretamente na qualidade final do sal produzido.
Salinidade Drenagem (°Bé)	Monitorar a salinidade durante o processo de drenagem permite avaliar a eficiência da cristalização, contribuindo para a garantia da qualidade do produto final.
Temperatura (°C)	Assim como nos evaporadores, a temperatura também desempenha um papel essencial na cristalização, influenciando diretamente na formação e qualidade dos cristais de sal.
Nível (cm)	Monitorar a altura do líquido nos cristalizadores é importante para controlar o processo de cristalização e garantir a eficiência operacional.
Espessura da Laje (cm)	A espessura da laje de sal formada nos cristalizadores é um indicador-chave da eficiência do processo de cristalização e da qualidade do sal produzido.
Produção (Ton)	A quantidade de sal produzida é um indicador direto do desempenho operacional e da eficiência do processo de cristalização.

Fonte: Autoria Própria

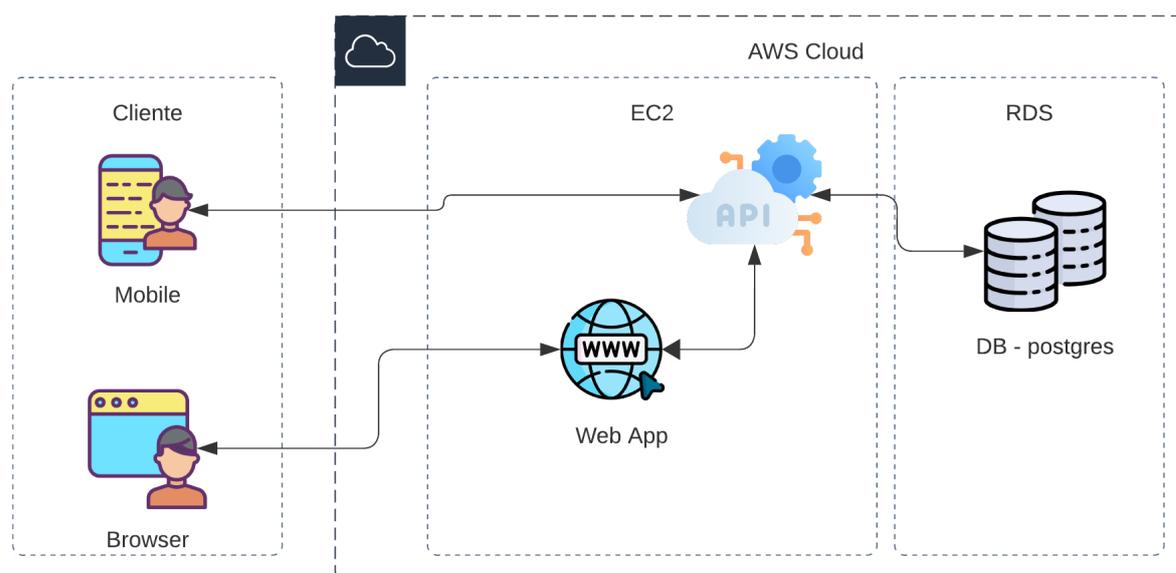
A escolha criteriosa desses parâmetros e variáveis reflete a preocupação em capturar as principais dimensões que influenciam a produção de sal nos evaporadores e cristalizadores.

Ao fornecer insights valiosos, tais medições contribuirão significativamente para aprimorar a compreensão dos processos e otimizar as operações ao longo do projeto SmartSalt, podendo resultar em possíveis melhorias na eficiência e qualidade da produção de sal.

### 5.4.3 IMPLANTAÇÃO DO MVP

A fase de implantação do MVP representa um componente crítico na realização prática do projeto SmartSalt. Esta etapa visa traduzir os componentes de desenvolvimento numa infraestrutura operacional que apoie a funcionalidade em um ambiente real de produção. A implementação ilustrada na Figura 11 seguiu uma abordagem estratégica de implantação, incorporando componentes de infraestrutura de nuvem e distribuição digital. Este procedimento visou garantir não apenas a estabilidade da plataforma, mas também a otimização para atender às demandas práticas e operacionais.

Figura 11 – Implantação AWS Adotada



Fonte: Autoria Própria

## CONFIGURAÇÃO DA BASE DE DADOS

Primeiro, estabelecemos a fundação de dados criando um banco de dados PostgreSQL no Amazon RDS. O RDS foi escolhido pela sua confiabilidade, escalabilidade e funcionalidades gerenciadas que reduzem o fardo operacional. A configuração foi otimizada para atender às exigências de desempenho, levando em consideração as projeções de carga de trabalho das salinas. Essa decisão estratégica não apenas assegura a estabilidade operacional do banco de dados, mas também posiciona a plataforma SmartSalt para enfrentar os desafios da coleta e gestão de dados de forma eficiente e eficaz.

## IMPLANTAÇÃO DE SERVIDOR E APLICAÇÕES

Para acomodar a API e o front-end web da plataforma, foi provisionada uma instância Linux EC2 (*Elastic Compute Cloud*) na AWS. O servidor EC2 serve como hospedagem para a aplicação, beneficiando-se da elasticidade e segurança oferecidas pela infraestrutura da AWS. Um ambiente de staging foi inicialmente estabelecido para permitir o teste contínuo e integração antes de promover a aplicação ao ambiente de produção.

### **REGISTRO DO DOMÍNIO E CONFIGURAÇÕES DE HOSPEDAGEM**

O domínio da plataforma foi registrado através do Registro.br, proporcionando uma identidade local e a facilidade de acesso para os usuários. As configurações DNS (*Domain Name System*) foram ajustadas para refletir a conectividade com a instância EC2, assegurando que o domínio apontasse corretamente para o servidor onde o Front-End estava hospedado.

### **PUBLICAÇÃO DO APLICATIVO MÓVEL**

A aplicação móvel, um componente vital para a coleta de dados em campo, foi submetida à *Google Play Store* para permitir o acesso universal dos colaboradores das salinas. O processo seguiu as diretrizes de publicação da Google, incluindo a configuração de uma conta de desenvolvedor, a preparação de listagem de loja e os materiais gráficos necessários. A aplicação foi empacotada e assinada com um certificado de segurança antes da submissão para revisão e publicação.

## **5.4.4 TESTES DE CAMPO DO MVP PELA CONSULTORIA**

A apresentação e os testes em campo do MVP formaram uma etapa decisiva para aferir o funcionamento do sistema em condições práticas, apesar da impossibilidade de uso direto durante a safra ativa do sal. O consultor, com a expertise de mercado em salinas, assumiu um papel chave no processo, preparando uma demonstração dirigida que esclareceu o potencial e o desempenho esperado do MVP.

### **5.4.4.1 DEMONSTRAÇÃO PARA A EQUIPE DA EMPRESA SALINEIRA**

Antes de iniciar a demonstração, houve uma preparação inicial para garantir que o aplicativo e todas as funcionalidades do MVP estivessem funcionando conforme previsto para a sessão. Esta preparação envolveu a configuração de cenários de uso específicos que simularam as operações cotidianas em uma salina e asseguraram uma demonstração sem imprevistos.

Durante a sessão com os colaboradores, o consultor exibiu a sequência de operações do sistema. A demonstração começou com o processo de autenticação dos usuários, salientando a importância da segurança e da personalização do acesso. Em seguida, foi mostrado com detalhe o mapa interativo, que constitui um avanço para a visualização das salinas e os pontos de coleta de dados. A sessão também abordou a aplicação móvel

destinada à coleta e transmissão de informações, que é fundamental para a atualização contínua da base de dados e subsequente geração de relatórios. Por fim, uma revisão da funcionalidade de relatórios consolidou a apresentação, ressaltando o valor agregado pela análise de dados para a operação das salinas.

#### 5.4.4.2 TESTES EM CAMPO E OBSERVAÇÕES DO CONSULTOR

Após a demonstração, o consultor acompanhou a interação dos funcionários com o MVP, observando como o aplicativo móvel respondia sob condições de rede variáveis e notando a receptividade dos usuários às novas ferramentas. O desempenho e a eficiência do aplicativo para coleta e sincronização de dados foram avaliados em um ambiente controlado, proporcionando um entendimento holístico do funcionamento do MVP na salina.

Os comentários e as impressões dos funcionários, somados às observações do consultor, formaram a base para aplicação de questionário pós-demonstração. Este questionário foi essencial para identificar os pontos fortes e as oportunidades de melhoria do MVP. As recomendações destacadas foram alinhadas com a visão de desenvolvimento do sistema, estabelecendo diretrizes para as próximas fases de refinamento e otimização do projeto SmartSalt.

Esta fase de teste e demonstração proporcionou uma validação prática preliminar do MVP sob condições de campo controladas. O valor dos testes de campo foi inestimável, alinhando o feedback dos usuários com a visão estratégica do consultor, resultando numa visão mais clara das próximas etapas de iteração do produto.

#### 5.4.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados constitui um aspecto crítico para a análise e otimização do processo de produção de sal. Durante a safra ativa do sal, desafiadoramente, não foi possível realizar a coleta direta de dados através da plataforma SmartSalt. Entretanto, foi disponibilizados pela empresa, dados coletados na Salina.

##### 5.4.5.1 ORIGEM E NATUREZA DOS DADOS COLETADOS

Os dados coletados foram extraídos diretamente de 17 evaporadores da salina, um dos locais de operações da empresa parceira. Este conjunto de dados inclui variáveis vitais para as operações salineira, com foco em dois parâmetros fundamentais para o processo de cristalização do sal: Graduação — a concentração salina da água — e Lâmina — o nível de profundidade da água nos cristalizadores.

Os registros coletados na Salina foram catalogados durante o período crucial que abrange o início e o fim da safra, compreendido entre os dias 19 de julho e 22 de agosto de 2023. Essa escolha estratégica do intervalo de datas foi feita especificamente por representar

a safra vigente durante o período de teste da plataforma. A precisão na coleta e manipulação de dados nesse período é fundamental para otimizar a eficiência da colheita e assegurar a qualidade do sal produzido.

Os dados obtidos são de relevância primordial, pois fornecem um snapshot detalhado do comportamento dos evaporadores durante um ciclo de safra ativo. Esses dados são essenciais não apenas para a análise retrospectiva das condições operacionais, mas também para a modelagem preditiva e otimização futura dos processos de colheita do sal.

#### 5.4.5.2 CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS DOS CRISTALIZADORES

Nos dados disponibilizados para o projeto, é considerado certas restrições de confidencialidade impostas pela empresa parceira, especificamente no que se refere à produção de sal na safra vigente. Essa salvaguarda da informação é um componente fundamental para preservar as vantagens competitivas e a estratégia operacional da salina. Foi acordado que nenhum dado referente aos cristalizadores estaria acessível para análise ou divulgação. Os cristalizadores, sendo elementos chave na separação e na purificação do sal, representam uma etapa crítica onde técnicas proprietárias e dados de desempenho são aplicados para otimizar a qualidade e o rendimento. Esta informação é considerada altamente sigilosa e, portanto, sua circulação além dos limites internos da organização é restrita.

A proteção dessas informações ressalta a importância de manter princípios éticos e legais de confidencialidade no manuseio de dados comerciais sensíveis. Por conseguinte, a compreensão e a aceitação desta limitação são cruciais para assegurar a confiança e a continuidade da parceria entre a equipe do SmartSalt e a equipe empresa parceira. Ademais, essa medida de precaução garante a integridade contínua das operações dentro da salina e protege informações que podem ser consideradas de propriedade intelectual ou que carregam um valor estratégico significativo para a empresa.

#### 5.4.5.3 ANÁLISE PRELIMINAR E CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTEGRIDADE DOS DADOS

Antes da análise aprofundada, uma verificação preliminar dos dados foi conduzida para identificar discrepâncias ou anomalias que pudessem indicar problemas na coleta. A consistência dos dados foi confirmada, validando-os como fonte confiável para análises subsequentes.

Na análise preliminar dos dados da salina, é crucial considerar eventos que possam impactar a integridade e qualidade da informação. A condição operacional dos evaporadores é uma variável crítica, e a interdição do Evaporador 11 (EV11) em 08 de agosto foi registrada. Essas ocorrências, comuns no ciclo operacional de salinas, podem resultar de manutenção

programada, limpeza ou problemas técnicos. Eventos como esse suspendem a coleta de dados, gerando lacunas na série ou leituras não representativas.

Com o EV11 fora de operação, foi necessário adotar uma análise cuidadosa para evitar inclusão de anomalias ou dados que pudessem distorcer tendências ou prejudicar a precisão de modelos preditivos. Essa validação é crucial para assegurar que apenas dados representativos e confiáveis nas fases seguintes de análise.

A compreensão de que incidentes como o do EV11 podem impactar os dados permite a implementação de estratégias compensatórias, como métodos estatísticos para dados faltantes ou uso de modelos de predição. Essa precaução assegura que as conclusões com precisão as condições operacionais, sem serem afetadas por variações atípicas na produção.

#### 5.4.5.4 CONSTRUÇÃO DO DATASET APÓS A COLETA DE DADOS

Após o término da coleta de dados provenientes da salina, foi possível proceder a criação de um dataset sistemático e abrangente. Este dataset reflete a combinação de várias fontes de dados essenciais para representar o ciclo de produção de sal, contendo mensurações provenientes dos 17 evaporadores e da bomba de coleta de água do rio.

A criação deste dataset foi realizada por meio da execução de operações de JOIN entre quatro tabelas distintas presentes no Banco de Dados da plataforma SmartSalt. A junção das informações teve como espinha dorsal a tabela ‘measurements’, que agrega as medições feitas em campo. As outras tabelas que proporcionaram dados complementares foram ‘stations’, que contém as localidades dessas medições; ‘properties’, detalhando os aspectos medidos; e ‘type\_measurements’, que descreve os tipos de medições realizadas.

Essas tabelas foram cuidadosamente integradas a fim de se obter um único dataset conciso, mas informativo, que contém a totalidade dos dados requeridos para as análises.

#### 5.4.5.5 DETALHES E EXTENSÃO DO DATASET CRIADO

O dataset resultante da fusão contém um total de 210 observações, abrangendo o período de 16 de julho a 22 de agosto de 2023. Este proporciona uma visão holística e temporal das condições observadas nos evaporadores e na bomba de coleta de água, com foco nas propriedades de salinidade — elemento fundamental na avaliação da concentração de sal — e lâmina d’água — parâmetro crítico que influencia a taxa de evaporação e a qualidade do sal produzido.

#### 5.4.5.6 DATASET PARA ANÁLISES FUTURAS

A significância deste dataset para análises futuras reside na sua potencialidade para evoluir como uma fonte de dados contínua e valiosa para o projeto SmartSalt. À

medida que mais coletas de dados sejam realizadas em períodos subsequentes de safra, será possível ampliar e enriquecer ainda mais este conjunto de dados.

A expansão temporal e a inclusão de novos conjuntos de dados provenientes de diferentes períodos de safra potencializam a capacidade do dataset em viabilizar a execução de análises estatísticas detalhadas. Além disso, essa evolução ampliará as possibilidades de aplicação de modelos preditivos para a otimização do processo de cristalização e colheita de sal. Com um histórico mais abrangente, torna-se viável identificar padrões sazonais, tendências de longo prazo e variações cíclicas, possibilitando a formulação de estratégias operacionais mais precisas e eficazes.

O enriquecimento do dataset ao longo do tempo fomentará a criação de estratégias de manutenção preditiva para as instalações. Ao acumular dados sobre o desempenho e as condições operacionais ao longo de múltiplos ciclos de produção, será possível implementar sistemas de monitoramento e manutenção mais eficientes e proativos, reduzindo custos, minimizando tempos de inatividade e melhorando a confiabilidade operacional do processo.

## 5.5 ANÁLISE DOS DADOS E AREÁ DE RELATÓRIOS GRÁFICOS

Após a conclusão do dataset, direcionamos nossa atenção para o estágio crucial do pré-processamento e análise. Este estágio foi um complemento essencial para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados coletados. Inicialmente, focamos na compreensão e seleção criteriosa dos dados, removendo colunas redundantes ou irrelevantes. A eliminação de informações não essenciais não apenas simplificou o conjunto de dados, mas também estabeleceu uma base sólida para análises subsequentes.

### 5.5.1 PRÉ-PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

O primeiro estágio crucial na nossa análise de dados envolveu um procedimento detalhado de pré-processamento do dataset gerado. A compreensão e seleção criteriosa dos dados marcaram o início desse processo. Ao avaliar as características do conjunto de dados, optamos por remover colunas que não ofereciam informações úteis para nossa análise ou que eram redundantes. As seguintes colunas foram excluídas:

- **id**: Não agrega valor analítico, pois serve apenas como chave primária.
- **created\_at**, **updated\_at**: Estas colunas forneciam apenas as datas de criação ou atualização de dados e não eram importantes para a análise.
- **station\_id**, **property\_id**, **type\_measurements\_id**: Preferimos utilizar os aliases (**station\_name**, **property\_name**, **measurement\_type**), que oferecem informações mais claras e descritivas.

Durante essa etapa, identificamos leituras com valor zero, indicativas dos dias em que um dos evaporadores estava interdito. Essas leituras não representavam uma medida válida da variável de interesse. Para corrigir essa distorção, realizamos a imputação dos dados, tratando valores ausentes ou inadequados. Ao substituir os zeros pelas medianas dos valores não nulos coletados na estação, asseguramos uma imputação que refletisse uma estimativa robusta da variável.

### 5.5.1.1 REORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Após concluir o estágio de pré-processamento, dirigimos nossa atenção à reorganização dos dados para refletir com mais precisão o fluxo de água nas salinas. Essa revisão não apenas proporcionou um entendimento mais acurado do trajeto das águas nas fases subsequentes, mas também destacou as influências interativas entre as estações, enriquecendo assim a interpretação dos resultados.

Para otimizar a análise, o dataset foi subdividido em três partes distintas: uma cópia fiel do original e duas versões segregadas, cada uma concentrada em uma propriedade específica coletada. Essa divisão estratégica foi concebida com o propósito claro de facilitar análises mais direcionadas e detalhadas para cada variável de interesse. Ao segmentar o dataset dessa maneira, abrimos caminho para investigações mais profundas e específicas, proporcionando uma visão mais refinada das relações entre as propriedades e variáveis analisadas. Essa abordagem segmentada não apenas simplifica a interpretação dos resultados, mas também possibilita uma análise mais minuciosa e contextualizada.

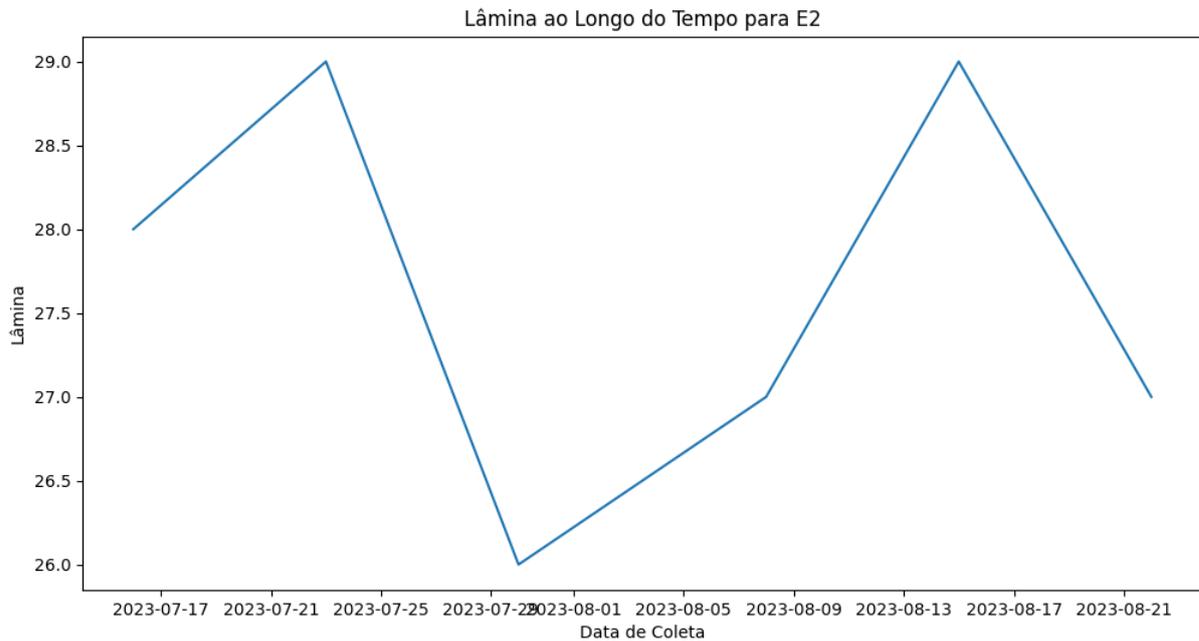
### 5.5.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS

A reorganização das estações nos datasets criou a base para a Análise Exploratória de Dados (AED). Esta etapa crítica nos permitiu focar individualmente nas propriedades de lâmina d'água e salinidade, analisando suas variações temporais e distribuições por estação. Ao destacar essas variáveis chave, identificar padrões, anomalias e correlações essenciais para entender o comportamento das salinas.

#### 5.5.2.1 VARIAÇÃO TEMPORAL POR PROPRIEDADE

Nossas investigações começaram com um exame da variação temporal de cada propriedade, da lâmina d'água, seguido pela salinidade, com cada propriedade sendo analisada individualmente. O gráfico "Gráfico de Variação Por Estação" (Figura 12), oferece uma representação visual dinâmica da evolução da propriedade em uma estação da salina.

Figura 12 – Gráfico de Variação Por Estação



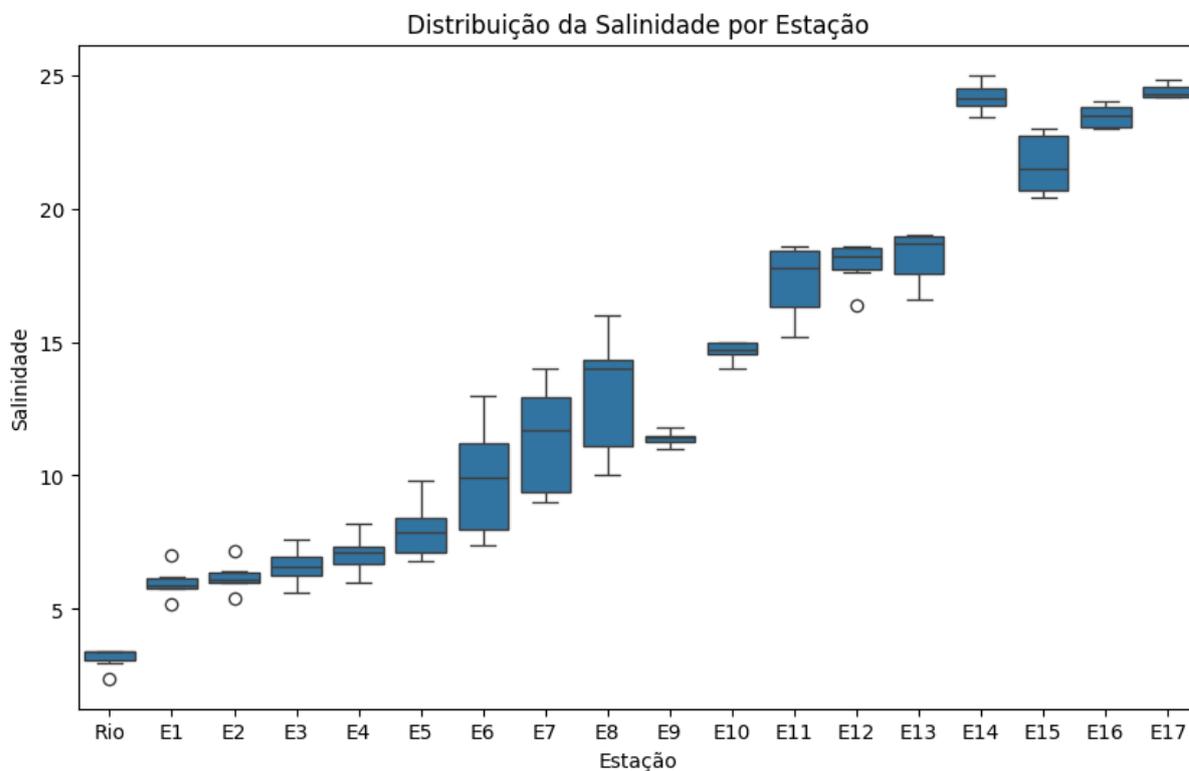
Fonte: Autoria Própria

Esse gráfico destaca a variação de uma propriedade ao longo do tempo, indicando padrões sazonais, eventos específicos ou tendências de longo prazo, possibilitando a identificação de influências locais e diferenciações nas condições hidrológicas. Picos ou quedas acentuadas nas linhas podem indicar eventos ou anomalias temporais significativas na salinidade, fornecendo insights preciosos para a compreensão das condições aquáticas e para embasar estratégias de gestão adaptativas e eficazes.

#### 5.5.2.2 DISTRIBUIÇÃO DE POR ESTAÇÃO

Aprofundando nossa análise, passamos a considerar não apenas a variação temporal, mas também a distribuição das propriedades em cada estação. O "Gráfico de Distribuição por Estação" (Figura 13) oferece uma representação visual das tendências nas diferentes estações, permitindo uma compreensão mais abrangente da variabilidade das propriedades ao longo do conjunto de dados.

Figura 13 – Distribuição por Estação



Fonte: Autoria Própria

Ao observar a Figura 13, é possível identificar diferenças significativas na distribuição das propriedades entre as estações. Tendo uma representação visual abrangente da variabilidade da propriedade nas diferentes estações monitoradas. Cada caixa no gráfico representa a distribuição estatística da propriedade observada em uma estação específica, enquanto os bigodes indicam a variabilidade dos dados. A observação das medianas fornece insights sobre as tendências centrais, e a presença de outliers destaca valores extremos em algumas estações. Essa análise permite comparar a dispersão da salinidade entre locais, identificando diferenças notáveis na variabilidade e possíveis eventos excepcionais.

A análise da distribuição por estação complementa a abordagem temporal, fornecendo insights adicionais sobre as características específicas de cada localidade. Essa compreensão mais detalhada é fundamental para embasar decisões relacionadas à gestão hídrica e à implementação de estratégias adaptativas em cada estação.

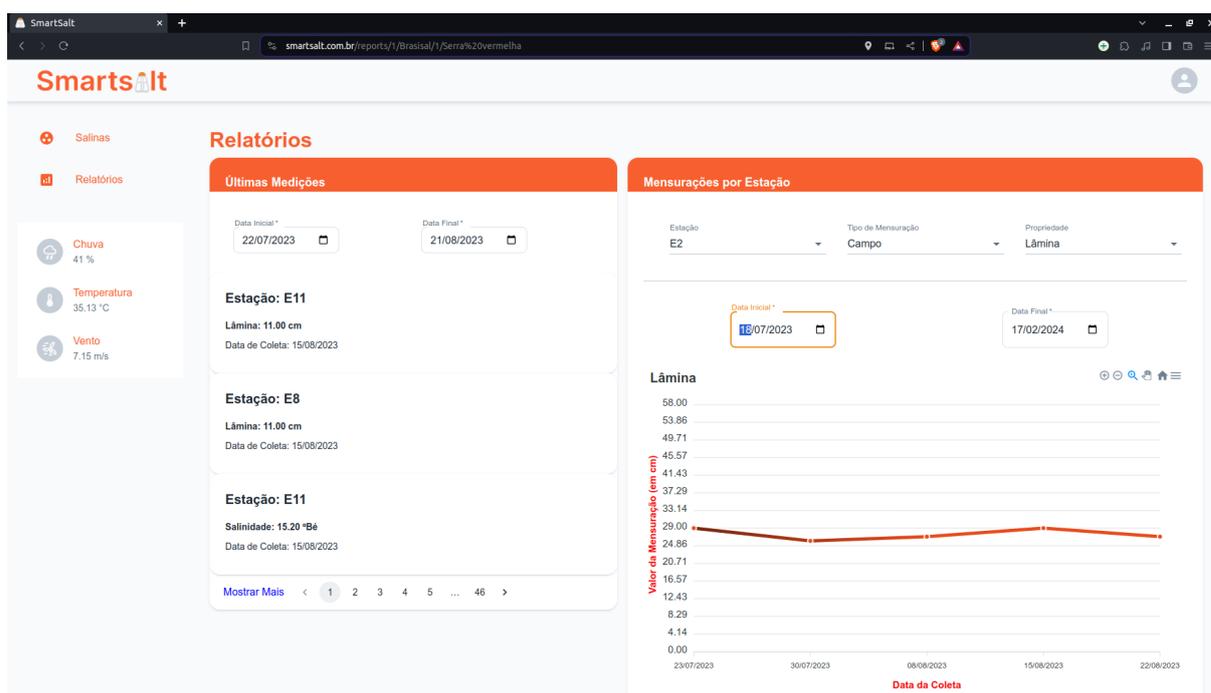
## 5.6 ÁREA DE RELATÓRIOS GRÁFICOS DA SMARTSALT

Com as análises exploratórias, avançamos para um estágio de criação da Área de Relatórios Gráficos da SmartSalt. Este desenvolvimento foi motivado pela necessidade de transformar os insights obtidos na análise exploratória em ferramentas práticas para os

produtores de sal. A área de relatórios gráficos oferece uma interface intuitiva e amigável, proporcionando uma visão dinâmica das condições hídricas nas salinas.

Ao sair da análise exploratória, percebemos a importância de disponibilizar as informações de maneira acessível e eficaz. A área de relatórios, ilustrada na Figura 14, é uma resposta direta a essa necessidade. Esta interface é estrategicamente dividida em duas seções principais, oferecendo uma transição suave da análise exploratória para um ambiente prático e aplicável.

Figura 14 – Área de Relatórios Gráficos



Fonte: Autoria Própria

A primeira seção destaca as últimas leituras realizadas, proporcionando aos usuários uma visão imediata e detalhada das medições mais recentes. Essa abordagem estratégica permite que os usuários acompanhem de forma rápida e eficiente as atualizações mais recentes, trazendo uma visão geral de todas as mensurações que ocorreram no dia na salina. Isso possibilita uma compreensão abrangente do estado atual da salina.

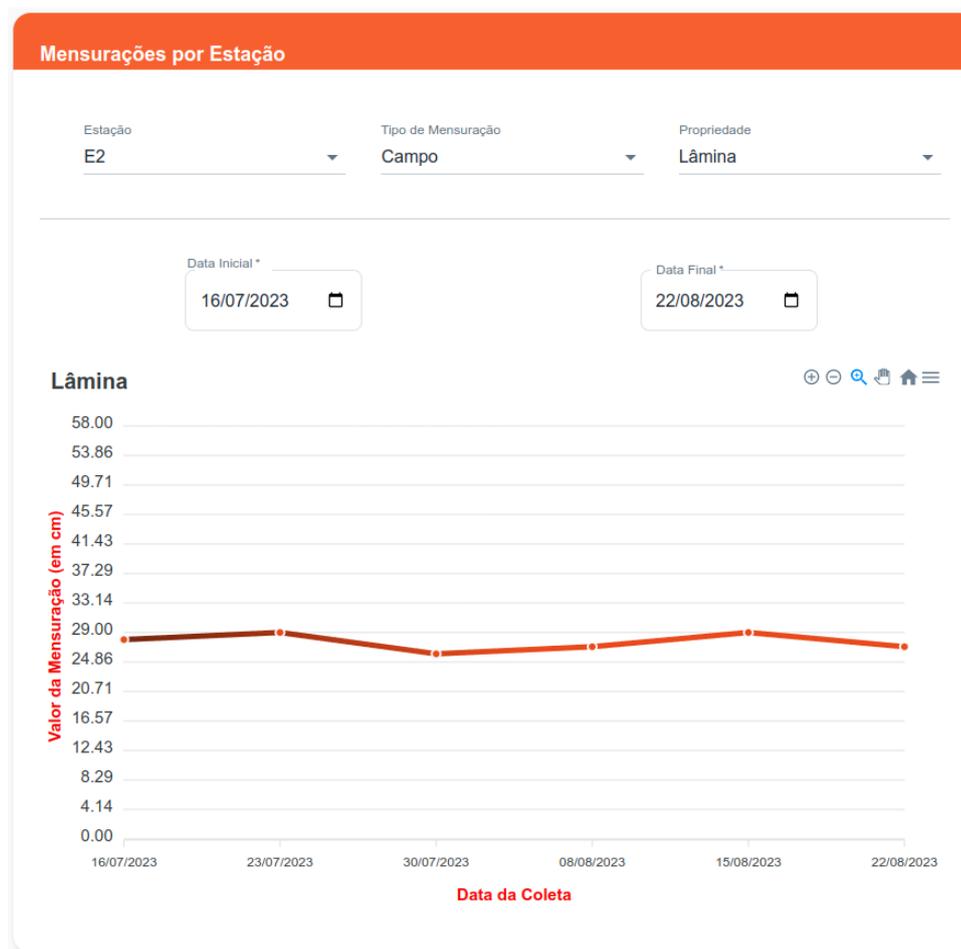
Já a segunda seção concentra-se em dois gráficos de mensurações por estação e evolução geral, respectivamente. Esses gráficos oferecem uma abordagem visual abrangente das condições hídricas, proporcionando insights detalhados sobre as tendências, distribuições das variáveis críticas.

## 5.6.1 GRÁFICOS

### 5.6.1.1 MENSURAÇÕES POR ESTAÇÃO

O gráfico de mensurações por estação é mostrado na Figura 15. Ele representa uma ferramenta essencial para os produtores de sal, fornecendo uma visualização clara e detalhada das medições em cada estação.

Figura 15 – Gráficos Mensurações por Estação



Fonte: Autoria Própria

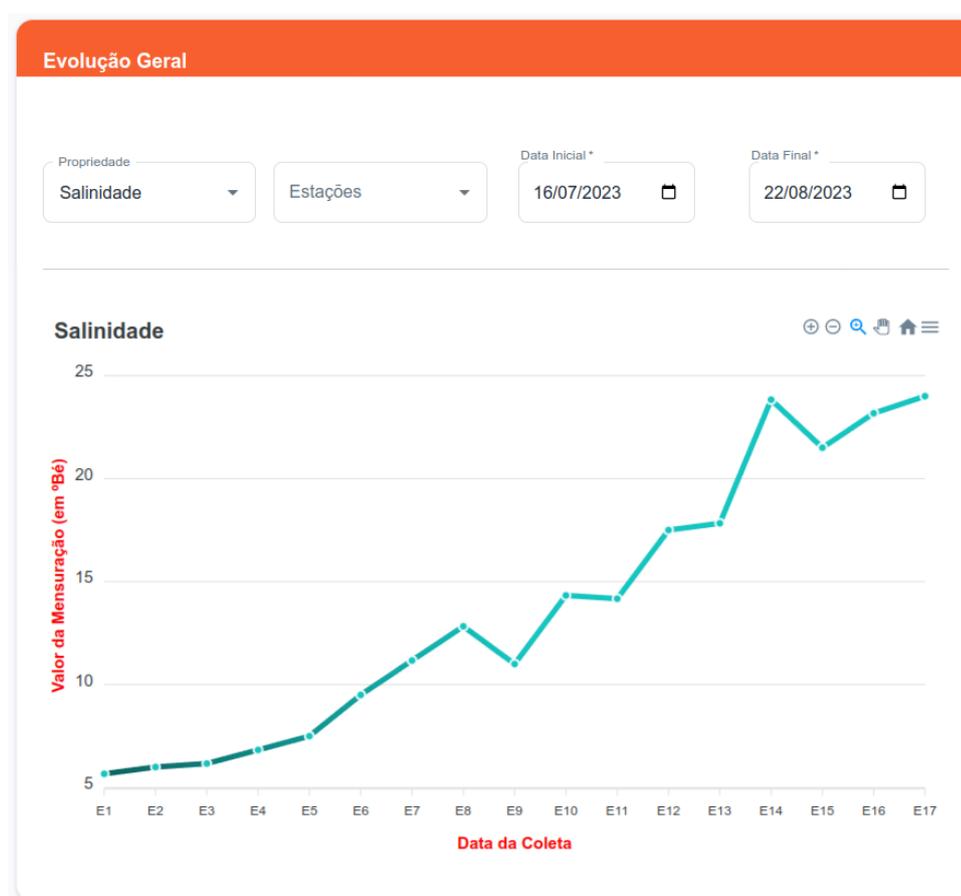
Esse gráfico é fundamentado no Gráfico de Variação por Estação (Figura 12) e busca proporcionar uma visualização mais intuitiva das mensurações de uma estação, além de auxiliar os produtores de sal fornecendo padrões de visualização, eventos específicos ou tendências e eventuais anomalias. Isso possibilita a identificação de influências locais e diferenciações nas condições e distribuições das variáveis críticas, aumentando a utilidade dos dados coletados. Essa abordagem visual mais acessível permite uma análise mais rápida e eficaz das informações, facilitando a interpretação dos dados e o monitoramento das condições da salina.

### 5.6.1.2 EVOLUÇÃO GERAL

O gráfico de evolução geral, representado na Figura 16, proporciona uma visão abrangente de uma variável ao longo do tempo, sintetizando as informações de todas as estações em um único painel. Essa representação visual permite uma análise comparativa da evolução da propriedade em todo o percurso dos caminhos das águas de uma salina.

O gráfico "Variação Por Estação" (Figura 12) foi modificado substituindo os boxplots por linhas, gerando pontos a partir da mediana das medições da estação durante o período selecionado. Essa abordagem visa facilitar a detecção de anomalias ao longo do percurso, incentivando uma análise mais detalhada da estação em questão. A substituição dos boxplots por linhas melhora significativamente a visualização, permitindo uma compreensão mais clara das tendências ao longo do tempo. O uso deste gráfico (Figura 12) amplia o entendimento das condições específicas em cada estação, o que pode ser extremamente útil para os produtores na tomada de decisões estratégicas.

Figura 16 – Gráficos Evolução Geral



Fonte: Autoria Própria

Através desse gráfico, os usuários podem identificar padrões ao longo de todo o processo produtivo, detectar mudanças e avaliar o impacto de eventos específicos no

ambiente da salina. Essa visão abrangente da evolução das condições de uma propriedade é essencial para a gestão eficaz da produção de sal, permitindo uma resposta ágil a mudanças e uma otimização contínua dos processos.

## 5.6.2 VISUALIZAÇÃO INTUITIVA E AGILIDADE MONITORAMENTO

Esta área de relatórios gráficos apresenta vantagens práticas significativas para os usuários, particularmente os produtores de sal. A representação gráfica intuitiva de dados desempenha um papel vital na otimização da gestão e operação das salinas. A transformação de dados complexos em gráficos simples e de fácil interpretação promove agilidade e precisão na tomada de decisões.

Os produtores de sal podem, com um olhar rápido sobre os gráficos, avaliar as condições atuais e históricas das salinas, permitindo respostas rápidas e fundamentadas a qualquer mudança detectada ou antecipada. Os gráficos, atualizados dinamicamente, possibilitam um monitoramento constante, sendo uma ferramenta proativa na prevenção de perdas econômicas decorrentes de condições imprevistas.

A área de relatórios gráficos facilita a compreensão de tendências sazonais e padrões de longo prazo, resultando em um planejamento mais estratégico e informado. Com um conhecimento aprofundado sobre os ciclos naturais e variações anômalas de produção, os produtores podem alocar recursos de maneira mais eficaz.

Finalmente, esta abordagem visual dos dados auxilia na comunicação entre diferentes níveis de gestão e equipes operacionais. O acesso universal aos relatórios gráficos enriquece o diálogo e a coordenação, promovendo a tomada de decisão colaborativa e informada entre os envolvidos no processo produtivo.

## 6 Resultados e Discussões

Este capítulo demonstra os resultados obtidos da validação da ontologia e da execução da Recomendação Baseada em Dados da Saúde, ambos, realizado em ambiente simulado.

### 6.1 VALIDAÇÃO COM USUARIOS

A validação de uma plataforma é um processo crucial para garantir que ela atenda às expectativas e necessidades dos usuários finais. No contexto da SmartSalt, uma plataforma inovadora para gestão de salinas, a validação é ainda mais vital, considerando as demandas específicas da indústria de produção de sal. Durante o processo de validação, a atenção é direcionada para a aceitação e adoção da tecnologia, proporcionando uma estrutura robusta para avaliar a usabilidade e a eficácia prática da plataforma, bem como os benefícios percebidos em comparação com os métodos de monitoramento atuais.

#### 6.1.1 Perfil dos Participantes

Dois perfis de participantes desempenham papéis cruciais nesse processo: um especialista na produção de sal e um feitor da empresa parceira, que atua como usuário final da plataforma. A combinação desses perfis proporciona uma abordagem abrangente, considerando tanto a expertise técnica quanto a experiência prática nas operações diárias das salinas.

A Tabela 10 apresenta os dois perfis de participantes na validação da SmartSalt, destacando a experiência e a especialização de cada um.

Tabela 10 – Perfil dos Participantes na Validação da SmartSalt

Participante	Perfil	Especialização	Contribuições Esperadas
Especialista na Produção de Sal	Especialista em Produção e Manejo de Sal	Experiência significativa na gestão e produção de sal, com conhecimento aprofundado das nuances da operação.	Oferece insights críticos sobre as demandas e desafios específicos da indústria de produção de sal. Avalia a relevância e a eficácia prática da plataforma para profissionais do setor.
Feitor da Salina	Profissional de Campo e Usuário Final	Experiência prática como feitor de sal, envolvido diretamente nas operações diárias da salina.	Desempenha um papel crucial como usuário final da plataforma. Avalia a usabilidade, a praticidade e a eficácia da SmartSalt em um contexto operacional real. Fornece perspectivas práticas e críticas sobre a utilidade da plataforma no dia a dia.

Fonte: Autoria Própria

O especialista na área de produção e manejo de sal traz um entendimento aprofundado dos desafios e requisitos específicos da indústria de produção de sal. Sua análise enfocará a adequação da plataforma às demandas práticas do setor. Por outro lado, o feitor da salina desempenha um papel crucial como usuário final da plataforma. Sua avaliação se concentra na usabilidade, praticidade e eficácia da SmartSalt em um contexto operacional real.

#### 6.1.1.1 IMPORTÂNCIA DOS PARTICIPANTES NA VALIDAÇÃO

Os participantes desempenham papéis cruciais na validação, destacando a relevância e aplicabilidade prática da plataforma na indústria de produção de sal. Dois perfis específicos, o Especialista na Área de Produção e Manejo de Sal e o Feitor da Salina, oferecem insights fundamentais para garantir que a SmartSalt atenda efetivamente às necessidades operacionais diárias e aos desafios específicos da indústria.

##### **Especialista na Área de Produção e Manejo de Sal:**

- Este participante é fundamental para validar a relevância e a aplicabilidade prática da plataforma na indústria de produção de sal. Sua experiência contribui para a adaptação da SmartSalt às complexidades reais do ambiente de salinas.

##### **Feitor da Salina:**

- O feitor salina desempenha um papel crucial como usuário final da plataforma. Sua experiência prática e avaliação direta são essenciais para garantir que a Smart-

Salt atenda às necessidades operacionais diárias, proporcionando uma ferramenta verdadeiramente útil e eficaz.

A combinação desses dois perfis oferece uma abordagem abrangente para a validação da SmartSalt, garantindo que tanto as demandas específicas da indústria quanto a usabilidade prática para os usuários finais sejam consideradas e incorporadas no aprimoramento contínuo da plataforma.

## 6.1.2 AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DA PLATAFORMA

Visando analisar a uniformidade e confiabilidade das diversas áreas da plataforma de monitoramento da salina. Para compreender a eficácia global do sistema, exploramos quatro partes distintas do questionário, cada uma abordando aspectos específicos da apresentação de dados e ferramentas disponíveis na plataforma.

A avaliação busca compreender a eficácia global do sistema. Desde a utilidade da exibição de mapas até a visualização da evolução das propriedades, a análise sistêmica oferecerá insights cruciais sobre a consistência da plataforma em diferentes contextos. Este processo não apenas identifica áreas de melhoria, mas também assegura uma experiência integrada e eficiente para os usuários, reforçando a confiabilidade da plataforma de monitoramento da salina.

### 6.1.2.1 ANÁLISE DA EXIBIÇÃO DE MAPA E ESTAÇÕES

Na primeira parte do nosso estudo, direcionamos nossa atenção para a "Exibição de Mapa e Estações da Salina" (Figura 10), uma seção crucial na plataforma de monitoramento da salina. Esta área oferece uma visão imediata e atualizada das leituras mais recentes, onde buscamos entender a percepção dos usuários sobre a apresentação das últimas leituras, avaliando sua utilidade, facilidade de uso e atitude em relação ao modo como as informações são disponibilizadas. A tabela 11 resume as questões específicas exploradas nesta seção.

Tabela 11 – Percepção sobre a Exibição de Mapa e Estações da Salina

<b>Exibição de Mapa e Estações da Salina</b>	
<b>Percepção</b>	<b>Questões</b>
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esse modo de exibição facilita a compreensão da distribuição geográfica dos tanques na salina?</li> <li>• O mapa da salina permite que os usuários monitorem informações dos tanques mesmo quando estão fisicamente distantes das instalações?</li> </ul>
Facilidade de Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O acesso simplificado a esses dados das estações contribui para uma gestão e entendimento mais eficiente das instalações?</li> <li>• O modo de apresentação das estações no mapa contribui para uma compreensão mais clara do caminho das águas e da localização dos tanques na salina?</li> </ul>
Atitude em relação ao Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O uso do mapa da salina pode tornar as tarefas relacionadas à coleta de dados mais agradáveis ou eficientes no cotidiano?</li> </ul>

---

Fonte: Autoria Própria

A análise das respostas dos entrevistados indica uma percepção geralmente positiva em relação à utilidade da apresentação geográfica dos tanques na salina. A maioria dos participantes concorda que o modo de exibição facilita a compreensão da distribuição geográfica dos tanques e permite monitorar informações mesmo quando estão fisicamente distantes das instalações. Além disso, a apresentação das estações no mapa é percebida como contribuinte para uma gestão mais eficiente das instalações.

Contudo, observamos algumas sugestões de melhorias, indicando a necessidade de inserir divisões entre os cercos e adicionar rótulos de dados nos pontos, visando maior clareza e detalhamento. A diversidade nas respostas sobre a facilidade de compreensão do caminho das águas e da localização dos tanques destaca a importância de otimizar a clareza dessa apresentação.

As opiniões divergentes sobre se o uso do mapa pode tornar as tarefas relacionadas à coleta de dados mais agradáveis ou eficientes sugerem a necessidade de personalização

ou ajustes na interface para atender às diferentes perspectivas dos usuários.

### 6.1.2.2 ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - ÚLTIMAS LEITURAS

A segunda parte análise se concentra na percepção dos usuários em relação à exibição das últimas leituras na área de relatórios (Figura 14). Exploramos como a apresentação desses dados é compreendida pelos usuários, avaliando a clareza, utilidade e eficácia da visualização das informações sobre as últimas leituras na plataforma de monitoramento da salina. buscamos não apenas identificar pontos fortes e áreas de melhoria, mas também contribuir para a compreensão mais ampla da consistência global da plataforma. A Tabela 12 apresenta as questões dessa seção:

Tabela 12 – Percepção sobre as Últimas Leituras na Área de Relatórios

<b>Área de Relatórios - Últimas Leituras</b>	
<b>Percepção</b>	<b>Questões</b>
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essa visualização das últimas leituras facilita a compreensão das informações sobre as mensurações na salina?</li> <li>• A visualização das últimas leituras colabora para melhorar a comunicação e o compartilhamento de informações entre membros da equipe de trabalho?</li> </ul>
Facilidade de Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com relação à disposição das informações das últimas leituras, é intuitiva e fácil de compreender?</li> <li>• O modo de apresentação das estações no mapa contribui para uma compreensão mais clara do caminho das águas e da localização dos tanques na salina?</li> </ul>
Atitude em relação ao Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há benefícios tangíveis ao utilizar a visualização das últimas leituras para monitorar as medições na salina?</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria

A análise revela uma percepção predominantemente positiva dos entrevistados sobre a utilidade e eficácia da apresentação das últimas leituras. Os participantes concordam que essa visualização facilita a compreensão das informações sobre as mensurações na salina e colabora para melhorar a comunicação e o compartilhamento de informações entre membros da equipe de trabalho.

No entanto, há uma variação nas respostas sobre a disposição das informações ser intuitiva e fácil de compreender, indicando que pode haver oportunidades de aprimoramento na organização dos dados apresentados. As sugestões para melhorias, como colocar os dados do nível da água e da densidade em um único ponto e inserir rótulos de dados nos pontos, fornecem insights específicos para otimizar a experiência do usuário.

A diversidade nas respostas sobre os benefícios tangíveis ao utilizar a visualização das últimas leituras destaca a importância de ajustes personalizados para atender às necessidades específicas dos usuários.

### 6.1.2.3 ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - MENSURAÇÕES POR PROPRIEDADE

Na próxima etapa a ênfase estará na apresentação gráfica das mensurações específicas em cada estação da salina. A análise abordará a forma como os usuários percebem a exibição dessas informações, avaliando a clareza, precisão e utilidade dos gráficos relacionados às mensurações por propriedade. Essa abordagem específica permitirá uma compreensão aprofundada da consistência dessa área da plataforma, identificando oportunidades de aprimoramento, se necessário. A Tabela 13 apresenta as questões formuladas para guiar essa análise.

Tabela 13 – Percepção sobre Mensurações por Propriedade na Área de Relatórios

<b>Área de Relatórios - Mensurações por Propriedade</b>	
<b>Percepção</b>	<b>Questões</b>
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essa apresentação gráfica facilita a compreensão das variações nos dados coletados das propriedades em cada estação?</li> <li>• O quanto esse gráfico pode contribuir para uma análise mais eficiente das propriedades específicas, auxiliando na tomada de decisão dentro da salina?</li> </ul>
Facilidade de Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esse gráfico pode ser uma ferramenta importante para aprimorar a análise de dados específicos?</li> <li>• É possível perceber benefícios tangíveis ao utilizar o gráfico para identificar variações nas mensurações por estação?</li> </ul>
Atitude em relação ao Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há vantagens na apresentação gráfica em comparação com outros modos de exibição tabular ou numérica?</li> </ul>

---

Fonte: Autoria Própria

A avaliação da área mensurações por propriedade revela uma percepção positiva quanto à utilidade e facilidade de uso da apresentação gráfica das mensurações específicas em cada estação da salina. A maioria destacou a importância do gráfico na facilitação da análise eficiente de dados específicos, contribuindo para a tomada de decisões informadas dentro da salina.

Algumas sugestões de melhoria incluem a inserção de rótulos de dados nos pontos do gráfico, proporcionando uma visualização mais clara, e a proposta de unificar os dados do nível da água e da densidade em um único ponto, simplificando a interpretação das informações.

#### 6.1.2.4 ANÁLISE DA ÁREA DE RELATÓRIOS - EVOLUÇÃO DE PROPRIEDADE

A última parte do estudo, se concentra na visualização da evolução das propriedades ao longo do percurso das águas. Exploramos como os usuários percebem os gráficos que destacam mudanças e tendências, avaliando a eficácia da apresentação visual para

compreender a evolução das propriedades na plataforma de monitoramento da salina. Esta abordagem específica oferece insights detalhados sobre a consistência dessa área da plataforma, identificando áreas de sucesso e oportunidades para otimização. A Tabela 14 guia essa análise, fornecendo questões formuladas estrategicamente para avaliar a experiência do usuário e direcionar ajustes necessários.

Tabela 14 – Percepção sobre a Evolução de Propriedade na Área de Relatórios

<b>Área de Relatórios - Evolução de Propriedade</b>	
<b>Percepção</b>	<b>Questões</b>
Utilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A visualização da evolução das propriedades ao longo do percurso das águas na salina adiciona valor significativo ao processo de monitoramento das mensurações, auxiliando na tomada de decisões?</li> <li>• A representação gráfica facilita a identificação de alterações sutis ou tendências de propriedade ao longo do percurso das águas?</li> <li>• No caso deste gráfico, a abordagem inicial envolve o uso da média das mensurações de uma propriedade. Essa é uma abordagem válida? Caso contrário, qual seria a melhor alternativa?</li> </ul>
Facilidade de Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há uma percepção geral favorável em relação à eficácia do segundo gráfico na análise da evolução das propriedades?</li> <li>• Você avalia os benefícios ao utilizar o segundo gráfico para a compreensão global das propriedades na salina?</li> </ul>
Atitude em relação ao Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Você acredita que a interpretação do gráfico de evolução pode contribuir para fornecer insights valiosos e úteis para a gestão de uma salina?</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria

Os participantes expressaram uma percepção favorável à adição significativa de valor proporcionada pela visualização da evolução das propriedades ao longo do percurso das águas na salina. A representação gráfica é reconhecida como uma ferramenta eficaz na identificação de alterações sutis e tendências de propriedade.

Quanto à abordagem inicial envolvendo o uso da média das mensurações de uma propriedade, as respostas sugerem uma aceitação geral dessa abordagem, destacando sua validade. Algumas sugestões de melhoria incluem a inserção de rótulos de dados nos pontos do gráfico, tornando a interpretação mais intuitiva, e a consideração de tornar a data mais específica para uma análise mais detalhada.

Essas análises fornecem uma visão abrangente das percepções dos usuários em relação às funcionalidades específicas da plataforma, identificando áreas de satisfação e oportunidades de aprimoramento. Esses feedbacks são essenciais para garantir uma consistência e eficácia contínuas na plataforma de monitoramento da salina.

### 6.1.3 DEMONSTRAÇÃO DE VALOR PARA A PLATAFORMA SMARTSALT

O feedback valioso fornecido por esses usuários especializados é vital para aprimorar a eficácia e a usabilidade da plataforma SmartSalt, destacando áreas-chave para otimização da plataforma. A Tabela 15 apresenta de maneira organizada e clara as sugestões específicas para cada área analisada.

A inclusão de rótulos de dados nos pontos, divisões entre os cercos e a visualização de dados para datas específicas emergiram como áreas-chave para melhorias. Essas sugestões não apenas validam as decisões de design existentes, mas também direcionam ajustes precisos para otimizar a usabilidade da plataforma.

Tabela 15 – Sugestões de Melhoria para a Área de Relatórios Gráficos da SmartSalt

<b>Área</b>	<b>Sugestões de Melhoria</b>
Distribuição Geográfica	Incluir divisões entre os cercos no mapa para visão detalhada.
Monitoramento Remoto	Inserir rótulos de dados nos pontos no mapa.
Visualização das Últimas Leituras	Colocar dados do nível da água e densidade em um único ponto, inserir rótulos de dados nos pontos.
Gráfico de Variação por Estação	Incluir rótulos de dados nos pontos, considerar divisões entre os cercos.
Gráfico de Evolução das Propriedades	Incluir rótulos de dados nos pontos, mostrar dados para uma data específica.

Fonte: Autoria Própria

Essas sugestões, quando implementadas, não apenas aprimorarão a funcionalidade da plataforma, mas também aumentarão significativamente sua utilidade prática. A integração ativa do feedback desses usuários especializados fortalece a posição da SmartSalt

como uma ferramenta adaptada às necessidades reais da indústria de produção de sal, reforçando seu valor no contexto operacional diário das salinas.

## 7 Considerações Finais

A proposta deste trabalho foi abordar a lacuna existente na inovação tecnológica da produção de sal, que, até o momento, ainda depende fortemente de métodos tradicionais e decisões baseadas em tentativa e erro. O desenvolvimento da plataforma SmartSalt visa fornecer suporte tecnológico aos produtores de sal, introduzindo uma abordagem mais eficiente e tecnologicamente avançada para a gestão e análise de dados na salicultura.

A introdução da SmartSalt proporciona uma mudança paradigmática na forma como os produtores de sal interagem com os dados de suas operações. A capacidade de visualizar, analisar e interpretar dados de forma acessível e intuitiva fornece um novo nível de clareza. Os mapas, relatórios gráficos e a compilação cronológica dos dados no cliente móvel e web conferem uma compreensão profunda das operações, capacitando os produtores a tomar decisões informadas.

A Plataforma SmartSalt fornece informações, mas se destaca como uma aliada estratégica na tomada de decisões. As funcionalidades, desde o registro preciso de medidas até a análise gráfica de tendências de produção, auxilia os produtores a tomar decisões baseadas em dados concretos.

### **TRABALHOS FUTUROS**

Olhando para o futuro, a SmartSalt tem o potencial de evoluir ainda mais como uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões e no entendimento das complexidades da produção de sal. A integração de algoritmos de machine learning para análise preditiva pode aprimorar a capacidade da plataforma de oferecer insights valiosos.

Além disso, o desenvolvimento de funcionalidades que proporcionem uma compreensão mais aprofundada das variáveis ambientais e externas pode enriquecer ainda mais o contexto decisório dos produtores. A exploração de interfaces de usuário mais intuitivas e relatórios personalizados pode simplificar o processo de entendimento e interpretação dos dados.

O comprometimento contínuo com a melhoria da usabilidade e a incorporação de avanços tecnológicos garantirá que a SmartSalt continue a ser uma ferramenta indispensável para a indústria salineira, capacitando os produtores a compreenderem plenamente suas operações e a tomarem decisões estratégicas fundamentadas.

## Referências

- ADAS, M. Panorama geográfico do Brasil: aspectos físicos, humanos e econômicos. (*No Title*), 1992. Citado na página 14.
- AMORIM, R. C. L. *et al.* Acompanhamento e controle do processo produtivo do sal refinado em uma salina. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Citado na página 20.
- ANDRADE, D. C. d. *Determinação das propriedades físico-químicas na obtenção e processamento de sal tipo: peneirado, grosso, triturado, moído e extrafino*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. Citado na página 20.
- ANVISA. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária: Resultado do monitoramento do teor de iodo no sal para consumo humano*. 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/relatorio-pro-iodo2014.pdf>>. acesso em: Dezembro 2022. Citado na página 21.
- BASTOS, R. *O Baixo Vouga em tempos medievos: do preâmbulo da monarquia aos finais do reinado de D. Dinis*. [S.l.]: Novas Edições Acadêmicas/Verlag, Saarbrücken, Alemanha., 2015. Citado na página 18.
- BRAGA, O. C. *et al.* Crevettic: uma plataforma de business intelligence para gestão de carcinicultura. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2020. Citado na página 21.
- CAHYADI, I.; ILHAMSAH, H. A.; ANNA, I. D. Development of artificial neural network model for estimation of salt fields productivity. *Jurnal Teknik Industri*, v. 20, n. 2, p. 152–160, 2019. Citado na página 25.
- CÂMARA, C. A. L. d. Produção de sal por evaporação solar. *Operação e Dimensionamento de Salinas*. Ed SN, 1999. Citado na página 20.
- CAMPELO, I. C. Atuação na área do controle de qualidade e processo produtivo do sal na salinor-salinas do nordeste sa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2020. Citado na página 19.
- CLEMENTE, A. Mercado , processo de produção e custos do sal in natura : Um estudo de caso em uma grande salina do Brasil. p. 303–331, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- COSTA, D. F. d. S. *et al.* Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). *Sociedade & Natureza*, SciELO Brasil, v. 25, p. 21–34, 2013. Citado na página 14.
- DAVIS, F. D. *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. Tese (Doutorado) — Massachusetts Institute of Technology, 1985. Citado na página 40.
- DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P.; MARTINS, M. B. Inovação tecnológica na produção brasileira de sal marinho e as alterações sócio-territoriais dela decorrentes: uma

análise sob a ótica da teoria do empreendedorismo de schumpeter. *Sociedade & Natureza*, SciELO Brasil, v. 27, p. 421–437, 2015. Citado na página 21.

FERNANDES, R. T. V. *et al.* Atividade salineira em manguezais do semiárido: impactos ambientais e reflexos econômicos da recuperação ou compensação ambiental das áreas degradadas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Citado na página 14.

FOSTER, I. *et al.* Cloud computing and grid computing 360-degree compared. In: IEEE. *2008 grid computing environments workshop*. [S.l.], 2008. p. 1–10. Citado na página 24.

GARG, S. K.; VERSTEEG, S.; BUYYA, R. A framework for ranking of cloud computing services. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 29, n. 4, p. 1012–1023, 2013. Citado na página 24.

GUTIERREZ, A.; SERRANO, A. Assessing strategic, tactical and operational alignment factors for smes: alignment across the organisation's value chain. *International Journal of Value Chain Management*, Inderscience Publishers, v. 2, n. 1, p. 33–56, 2008. Citado na página 22.

HIDAYAT, R. *et al.* K-means method for determining location of facilities and development of supply chain network for salt commodities in sumenep district. In: *2020 6th Information Technology International Seminar (ITIS)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 193–197. Citado na página 26.

JAMES, G. *et al.* *An introduction to statistical learning*. [S.l.]: Springer, 2013. v. 112. Citado na página 23.

KURLANSKY, M. Sal: uma história do mundo. *São Paulo: Ed. Senac*, 2011. Citado na página 18.

MORAIS, B. C. Sistema integrado de análise e previsão de indicadores de desempenho de um processo industrial. Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Citado na página 26.

PENG, R. D.; MATSUI, E. *The art of data science: A guide for anyone who works with data*. [S.l.]: Skybrude Consulting, LLC, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

PERBANGSA, A. S. *et al.* Model of web-based supply chain management system for salt industry. In: *2017 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 232–237. Citado na página 25.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. *Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2013. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 24.

SEGUNDO, S. S. S. *et al.* Análises quantitativas e qualitativas do sal produzido na indústria salineira socel. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 21.

SIESAL. Sindicato da indústria da extração do sal no estado do rio grande do norte. atas das assembleias ordinárias. mossoró, rio grande do norte. (*No Title*), 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 21.

STANTON, J.; GRAAF, R. W. D. *An Introduction to Data Science (Version 3)*. [S.l.]: Syracuse University's School of Information Studies., 2013. Citado na página 22.

TUKEY, J. W. *et al.* *Exploratory data analysis*. [S.l.]: Reading, MA, 1977. v. 2. Citado na página 23.

VIJAYABASKAR, P. S.; SREEMATHI, R.; KEERTANAA, E. Crop prediction using predictive analytics. In: *2017 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 370–373. Citado na página 27.

WICKHAM, H. Tidy data. *The American Statistician*, v. 14, 09 2014. Citado na página 23.

YULIANTO, T.; AMALIA, R. *et al.* Application of fknn on positioning of potential salt in coastal south beach of madura. In: IOP PUBLISHING. *Journal of Physics: Conference Series*. [S.l.], 2018. v. 974, n. 1, p. 012010. Citado na página 26.

YULIANTO, T.; KOMARIYAH, S.; ULFANIYAH, N. Application of fuzzy inference system by sugeno method on estimating of salt production. In: AIP PUBLISHING LLC. *AIP Conference Proceedings*. [S.l.], 2017. v. 1867, n. 1, p. 020039. Citado na página 25.