



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

GEILSON BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA
RFID NA COLHEITA DE SAL MARINHO**

MOSSORÓ

2025

GEILSON BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA
RFID NA COLHEITA DE SAL MARINHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação Interdisciplinar em
ciência e Tecnologia da Universidade Federal
Rural do Semi Árido, como requisito parcial à
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência e
Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira

MOSSORÓ

2025

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

S581a Silva, Geilson.
ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A APLICAÇÃO DA
TECNOLOGIA RFID NA COLHEITA DE SAL MARINHO /
Geilson Silva. - 2025.
39 f. : il.

Orientadora: Eric Amaral Ferreira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Colheita de Sal. 2. RFID. 3. Análise de Dados.
4. Avaliação financeira . I. Ferreira,
Eric Amaral, orient.

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

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

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

GEILSON BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA
RFID NA COLHEITA DE SAL MARINHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação Interdisciplinar em
ciência e Tecnologia da Universidade Federal
Rural do Semi Árido, como requisito parcial à
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência e
Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira

Defendida em: 05/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira

Prof. Dr. David Custódio de Sena

Prof. Dr. Blake Charles Diniz Marques

AGRADECIMENTOS

É necessário agradecer a todos que puderam contribuir para a construção desse trabalho. Agradeço a Deus por ter me dado o dom da vida. a minha esposa Rebeca Alessandra Gregório Batista por todo carinho e compreensão. A minha mãe Marliete Bezerra de Lemos pela formação do meu caráter. Ao meu irmão Max Guilherme Bezerra da Silva por todo apoio. Aos demais familiares e amigos meu muito obrigado.

O progresso não pode se fazer quando estamos satisfeitos com a situação existente (Taiichi Ohno).

RESUMO

A Costa Branca Potiguar é responsável por quase toda a produção de sal marinho em nosso país. Empresas de grande porte do ramo salineiro têm avançado muito em relação a tecnologia utilizadas no processo produtivo. A etapa da colheita do sal é uma parte primordial para a produção, no entanto no que tange o aspecto tecnológico tem bastante espaço para melhorias, sobretudo na obtenção e análise de dados. Nesse sentido, o presente estudo visou abordar de forma qualitativa a aplicação da tecnologia RFID como meio de alcançar dados mais acurados e precisos sobre a colheita de sal com a finalidade de obter uma ferramenta de análise de decisão, além de estabelecer os requisitos financeiros adequados para sua utilização.

Palavras-Chave: Colheita de Sal. RFID. Análise de Dados. Avaliação financeira

ABSTRACT

The Costa Branca region of Rio Grande do Norte is responsible for nearly all marine salt production in our country. Large companies in the salt industry have made significant advancements in the technologies used in the production process. The salt harvesting stage is a key part of production; however, in terms of technological development, there is still considerable room for improvement, especially in data collection and analysis. In this context, the present study aimed to qualitatively address the application of RFID technology as a means to obtain more accurate and precise data on salt harvesting, with the purpose of developing a decision-making analysis tool, as well as establishing the appropriate financial requirements for its implementation.

Keywords: Salt Harvesting. RFID. Data Analysis. Financial Assessment.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bombas flutuantes	13
Figura 2 - Evaporadores	14
Figura 3 - Processo produtivo do sal marinho.....	14
Figura 4 - Colheita com máquinas pesadas.....	15
Figura 5 - Colheita e limpeza da superfície dos tanques de sal em Marakkanam, em Tamil Nadu, Índia.	16
Figura 6 - Funcionamento da tecnologia RFID.....	18
Figura 7 - Formatos distintos de tags.....	18
Figura 8 - Portal RFID	20
Figura 9 - Túnel RFID	21
Figura 10 - Leitor RFID portátil.....	21
Figura 11 - Processo da colheita.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronologia do sistema RFID	17
Quadro 2 - Descrição das faixas de frequência	22
Quadro 3 - Simulação de aplicação da tecnologia RFID	27
Quadro 4 - Quadro de funcionários	28
Quadro 5 - Custo unitário por caminhão.....	29
Quadro 6 - Custos variáveis da escavadeira hidráulica.....	29
Quadro 7 - Custos de uma motoniveladora.....	30
Quadro 8 - Análise de custos.....	30
Quadro 9 - Análise das métricas.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Processo Produtivo do Sal	11
2.1.1 CAPTAÇÃO	13
2.1.2 EVAPORAÇÃO	13
2.1.4 COLHEITA	15
2.1.5 AVANÇO TECNOLÓGICO DAS SALINAS	16
2.2 RFID	17
2.3 Tags	18
2.4 Etiquetas ativas	19
2.5 Etiquetas passivas	19
2.6 Etiquetas semi-ativas	19
2.7 Leitores	20
2.8 Middleware	21
2.9 Faixas de frequência	22
2.2.2 APLICAÇÕES	22
3 METODOLOGIA	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 Tempo de Ciclo	26
4.2 Dimensionamento de frota	26
4.3 Renovação de Frota	27
4.4 Custos	27
4.4.1 CUSTOS FIXOS	28
4.4.2 CUSTOS VARIÁVEIS	28
4.4.3 UTILIZAÇÃO DE MÉTRICAS PARA DECISÃO	30
4.8 Resultados	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A produção do sal marinho é uma das mais antigas do mundo. Segundo Dias, há indícios de atividade salineira na Ásia cerca de dois milênios antes de Cristo. No Brasil, a região da Costa Branca potiguar é o principal polo de produção desse minério em nosso país, por conta das condições climáticas e geológicas que favorecem a produção de cloreto de sódio, a região é responsável por cerca de 95% da produção nacional (Cunha, 2020).

O processo produtivo de extração é o mesmo independente da empresa, no entanto o que varia é a capacidade de produção. Para Silva 2021, as etapas para produção de sal marinho são: captação, evaporação, cristalização, colheita e beneficiamento. No início, os processos eram manuais, mas devido ao aumento da demanda foi necessário a adoção de tecnologias, que foram aplicadas sobretudo em áreas que já ocorria a formação natural do cloreto de sódio (Félix, 2022).

Nas últimas décadas a aplicação da tecnologia da informação e a integração dos processos estão aumentando a produtividade e reduzindo os custos para atender clientes cada vez mais exigentes (Santos, Alberto, Lima, Santos, 2017). Dentre as tecnologias que passaram a ser aplicadas na área industrial, com o objetivo de conectar produtos, máquinas e equipamentos está o RFID (Rainha, Zancul, 2024).

Tal tecnologia é um método de identificação remota, que utiliza radiofrequência para ler e armazenar dados de modo a obter informações sobre os objetos (Almeida, 2008). A tecnologia RFID associada com ferramentas computacionais pode ser um poderoso método de análise de decisão.

O presente estudo visa abordar qualitativamente o emprego da tecnologia RFID no processo de colheita de sal marinho. Será tomado como base estudos anteriores sobre a temática de modo a verificar se a aplicação pode tornar a análise de dados sobre a produção mais eficiente. Ademais, será realizada uma análise de custos para investigar a viabilidade da adoção da tecnologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo Produtivo do Sal

Por conta do seu vasto uso o sal é um dos produtos mais utilizados pelos humanos desde a antiguidade (Andrade, 2020). É usado desde os tempos antigos, tratando-se de um produto indispensável para o homem sempre usado na conservação de alimentos, especialmente na salga do peixe (Quitério, 2016).

O mineral do cloreto de sódio pode ser encontrado em diferentes estados, geralmente em estado sólido ou em solução aquosa, da última as principais ocorrências são em lagos, rios salinos e fontes de salmoura natural, já no estado sólido é decorrente encontrá-lo em depósitos a céu aberto ou subterrâneos (Félix, 2022).

A região da costa branca potiguar é muito favorecida pela produção de sal marinho. Cunha (2020) enfatiza, que sua condição climática, com altas temperaturas e baixa pluviometria propiciam uma alta evaporação, além de características geográficas, tais como solos impermeáveis e próximos ao nível do mar.

Para Cardoso (2024), tais fatores fazem com que a região da Costa Branca se torne um ambiente hipersalino durante o período de seca. Tais ambientes são considerados extremos pelo fato de sua concentração de sal (45 -90ppm) superarem a concentração da água do mar (35ppm).

Para Pinto (2018), antes o sal era extraído de fontes naturais que ocorriam em grandes marés, que inundavam terrenos mais altos em relação aos níveis de água. Com o aumento da demanda a partir do comércio de couro, foram surgindo as primeiras salinas artesanais. Para a mesma autora, o aumento no comércio de sal também ocasionou a busca de aperfeiçoamento do processo, que culminou na mecanização da indústria salineira, que resultou em aumento da produtividade, assim como da qualidade do produto e resultou na abertura de novos mercados.

Diniz e Vasconcelos (2019) destacam outro fator importante que deu um impulso na indústria salineira que foi a criação do terminal salineiro na cidade de Areia Branca na década de 1970, que alterou drasticamente o valor do frete dando um custo-benefício melhor para os produtores. Para os autores, tais fatores foram determinantes para criação de um oligopólio de empresas potiguares, estendendo seu domínio em relação aos outros estados, representando o maior percentual da produção nacional, que é demonstrado no gráfico 1.

O processo de fabricação passa por algumas etapas, após a captação, segue para o processo de evaporação, onde vai se concentrando até chegar na cristalização. Na água do mar,

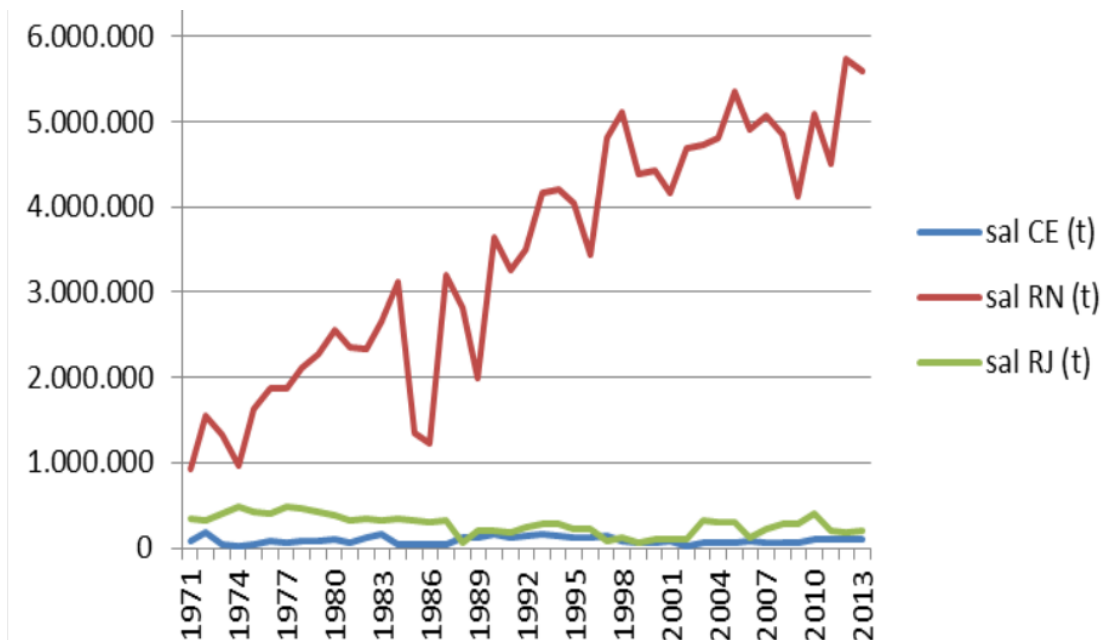
além do sal como produto principal, há a produção também de outros sais residuais (Quitério, 2016), a Tabela 1 mostra como é a distribuição dos sais na água marinha. A seguir serão descritas as etapas da produção de sal marinho, assim como suas características.

Tabela 1 – Composição dos sais na água do mar em 35g

Sais	Quantidade (%)
Cloreto de sódio	77,70%
Cloreto de magnésio	10,90%
Sulfato de magnésio	4,60%
Sulfato de potássio	3,70%
Sulfato de cálcio	2,60%
Carbonato de cálcio	1,00%

Fonte: Adaptado de Andrade (2020, p. 10).

Gráfico 1 - Produção nacional de sal marinho de 1971 a 2013



Fonte: Diniz, Vanconcelos (2019, p. 25).

2.1.1 CAPTAÇÃO

Representa o processo inicial, onde é captada a água que é estocada para dar início ao processo seguinte, a evaporação. O líquido pode ser retirado do leito de rios ou do mar, depende da localização da estação de bombeamento, o processo é mecanizado, geralmente executado por bombas centrífugas de grande capacidade como mostrado na Figura 1. Para Félix (2022), com 1m³ de água advinda do mar, conseguem produzir apenas 30kg de sal, sendo que, cerca de metade pode ser aproveitada na produção de sal marinho.

Figura 1 - Bombas flutuantes



Fonte: Torres *et al.* (2024, p. 19).

2.1.2 EVAPORAÇÃO

Segundo Pinto (2018), a área dos evaporadores ocupa cerca de 80% da área total do empreendimento. Ainda aponta, que existe uma faixa de graduação para cada evaporador, quando chega no limite deve passar para o próximo, tal transporte pode ser feito pelo efeito da gravidade, indo de um ponto mais elevado para um mais baixo, ou por diferentes equipamentos como bombas centrífugas ou até mesmo cataventos.

A água é estocada em grandes reservatórios para que sua salmoura fique mais concentrada, como mostra a Figura 2. Ela é captada com cerca de 3,5 baumé, onde permanece até alcançar 25 graus baumé. Para Félix (2022), a escala baumé representa o percentual de sais presentes na água, serve como parâmetro para indústrias do ramo salineiro. Dias (2023) aponta que nessa fase a fauna e a flora são parecidas com a do mar, também há a presença da artemia, que age como um filtro para microrganismos.

Figura 2 - Evaporadores



Fonte: SDB

2.1.3 CRISTALIZAÇÃO

Para Maia (2011) é nessa etapa onde o sal começa a se cristalizar formando uma grande superfície denominada laje de sal. Ainda enfatiza que todo o processo de transporte de água é essencial para sua purificação. A Figura 3 demonstra o processo simplificado da produção de sal marinho.

Figura 3 - Processo produtivo do sal marinho



Fonte: Calvo, Alvarez, Aznar (2023, p. 11).

2.1.4 COLHEITA

Após a drenagem dos cristalizadores, o cloreto de sódio é retirado com o auxílio de máquinas (Figura 4). então é transportado para o lavador, processo no qual são retiradas impurezas, daí é transportado por meio de esteiras para o empilhamento onde permanece em processo de cura, exposto a radiação para diminuir sua umidade antes de ser processado ou embarcado (Lima, 2021). Para Pinto (2018), em salinas mecanizadas o processo é executado com o apoio de máquinas pesadas como tratores, pá carregadeiras, caçambas, colheitadeiras, motoniveladora e tratores de esteira.

Figura 4 - Colheita com máquinas pesadas



Fonte: Torres *et al.* (2024, p. 19).

Antes do processo de mecanização das salinas, boa parte desse processo era feita de maneira manual (figura 5). No entanto, a partir da década de 60, por meio de incentivos fiscais, pequenas salinas foram sendo adquiridas por grandes grupos de empresários, já que elas não conseguiam atender o mercado interno que estava em alta (Galvão, 2019).

Figura 5 - Colheita e limpeza da superfície dos tanques de sal em Marakkanam, em Tamil Nadu, Índia.



Fonte: Universidade Havai (2025, s/p).

2.1.5 Avanço tecnológico das salinas

A inovação tecnológica é algo imprescindível para as empresas para contornar flutuações do mercado, tanto para aumentar a competitividade produtiva, quanto para lucratividade e sustentabilidade dos negócios (Carmona; Aquino; Gouveia, 2016). É notório a importância do desenvolvimento tecnológico da indústria salineira potiguar, já que a mesma é responsável por 95% da produção nacional, no entanto a coleta e análise de dados sobre a colheita ainda é ineficiente e pouco precisa, levando a tomadas de decisões falhas. Nesse contexto, é necessário que as empresas possam utilizar ferramentas que lhes proporcionem maior acuracidade nos processos decisórios. Empresas utilizam *Data Science* tem decisões mais

assertivas e detém maior produtividade que as demais, além disso também há relação com algumas medidas de lucratividade, como utilização de ativos (Junior; Júnior, 2019).

Para tanto, é importante ter um intermediário entre o sistema de produção, no caso o processo de colheita de sal, e o sistema de análise de dados, nesse sentido a tecnologia RFID se mostra como uma possível opção.

2.2 RFID

A tecnologia RFID pode identificar de forma automática utilizando ondas de rádio que podem identificar informações contidas nas *tags*. Os dados são captados em tempo real, ocorrendo então a sincronia do fluxo de informações, deste modo reduz o erro (Santos; Alberto; Lima; Charrua-Santos, 2018). Foi desenvolvida durante a Segunda Guerra Mundial, onde instalava-se transmissores nas aeronaves com intuito de identificar quais aeronaves eram inimigas ou não (Santos, 2013). O Quadro 1 consta da cronologia da tecnologia RFID.

Quadro 1 - Cronologia do sistema RFID

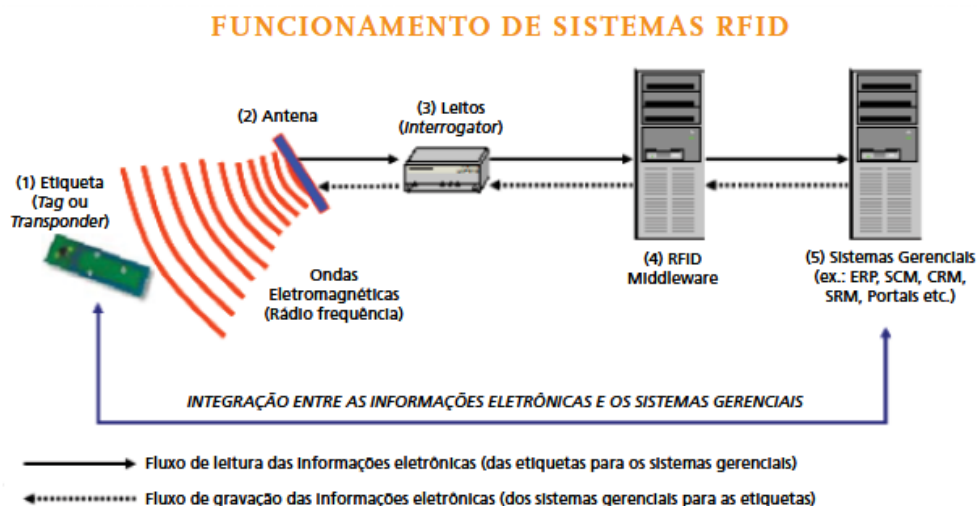
DÉCADA	AVANÇOS
1940	Utilizado na Segunda Guerra Mundial para identificação de aviões, método ficou conhecido como <i>Identification Friend-or-Foe</i> .
1950	Cientistas apresentam pesquisas sobre radiofrequência para detecção de objetos.
1960	Sistemas e sensores começam a ser utilizados para vigilância eletrônica de objetos.
1970	Surgem as primeiras patentes tanto do sistema ativo quanto passivo; governo estadunidense cria equipe para desenvolvimento de sistema de controle para materiais nucleares.
1980	A IBM patenteou o sistema de Ultra Alta Frequência (UHF), o que possibilitou a utilização do RFID em distâncias superiores a 10m.

Fonte: Descalzo, Silva e Clemente (2011, p. 17).

2.2.1 FUNCIONAMENTO DA RFID

Uma etiqueta ou *tag* é inserida no objeto, que se movimenta ao longo da cadeia produtiva. As informações presentes nas *tags* são lidas através de antenas por meio de ondas eletromagnéticas (Pedroso; Zwicker; Souza, 2009). A Figura 6 mostra de maneira simplificada seu funcionamento.

Figura 6 - Funcionamento da tecnologia RFID



Fonte: Pedroso; Zwicker; Souza (2009, p. 7)

2.3 Tags

Segundo Melara (2011) a *tag* é o elemento mais evidente dentro da tecnologia RFID, trata-se de uma etiqueta eletrônica e pode assumir diversos formatos e materiais também, tais como PVC, papel, tecido, vidro, metais, silicone, líquido, entre outros. Seu formato dependerá unicamente do seu uso. a Figura 7 mostra alguns formatos possíveis.

Figura 7 - Formatos distintos de tags.



Fonte: Xminnov (2010, p. 8).

As *tags* RFID estão inseridas em uma classe de dispositivos chamados *transponders*, que é a combinação entre um emissor e um leitor. São programados para emitir um sinal de rádio e dar a resposta automaticamente (Marques, 2012). Podem ser ativas, passivas ou semiativas.

2.4 Etiquetas ativas

As etiquetas ativas utilizam de alimentação por meio de uma bateria, com isso possibilita não só uma maior quantidade de dados, mas também *chips* com alto poder de processamento além de maior alcance. São maiores e podem executar funções de maior complexidade. Seu funcionamento independe dos leitores (Bertoletti; Santos, 2014).

Segundo Marques (2012), etiquetas desse tipo iniciam a transmissão de dados, devido a sua emissão de forma contínua do sinal de radiofrequência. Comparada às demais, tem dimensões maiores e o custo elevado, por conta da necessidade de baterias, seu tempo de vida útil é reduzido.

2.5 Etiquetas passivas

O RFID passivo não utiliza bateria, por não possuir fonte própria de energia o leitor que o energiza por meio do campo eletromagnético. É o próprio leitor que inicia o processo de comunicação. Esse tipo de etiqueta é mais utilizado devido ao seu baixo custo de aquisição (MOTA, 2015).

Para Melara (2011), a ausência de bateria acarreta em alguns benefícios, como o aumento de sua vida útil e a ausência de manutenção. Suporta melhor as intempéries em relação às etiquetas do tipo ativa, além disso tem o tamanho consideravelmente reduzido.

2.6 Etiquetas semi-ativas

Portam de bateria com as etiquetas ativas, utilizada apenas para captação dos dados. Não necessitam da energia do leitor, por conta disso são capazes de trabalhar em ambientes com baixo campo magnético. Dessa forma pouca energia é necessária para fazer o sistema funcionar. Tem um grande alcance por conta da bateria (Cunha, 2016)

2.7 Leitores

Os leitores variam sua função dependendo do tipo de *tag*. Se ela for passiva, ele alimenta a *tag* e lê seus dados, no entanto se ela for ativa, ele grava informações na etiqueta. Funciona como uma ligação entre as etiquetas e o *middleware*, também garante simultaneamente a comunicação com diversas *tags* (Massud; Lessa, 2021).

Mota (2015) explica que por estarem conectados a sistemas computacionais robustos, executam tarefas mais complexas em relação aos demais componentes. Por conta dessa conectividade são definidos como fixos, quando não há conexão são móveis. Como as *tags*, os leitores podem ter formatos variados, dependendo de sua aplicação.

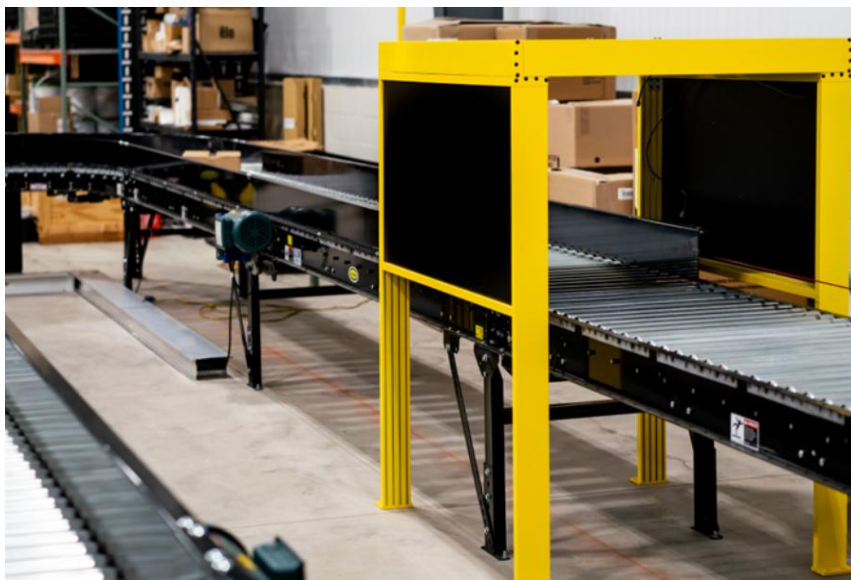
Em seu estudo Descalzo; Silva; Clemente, (2011) descreve os leitores mais utilizados e suas características: Portais - O objeto é reconhecido quando passa pelas antenas; Túnel RDF; Dispositivo portátil - Geralmente é utilizado onde há dificuldade de realizar a movimentação dos itens. Observando-se os equipamentos nas figuras 8,9 e 10.

Figura 8 - Portal RFID



Fonte: Xminnov (2010, p. 5).

Figura 9 - Túnel RFID



Fonte: Xminnov (2010, p. 6).

Figura 10 - Leitor RFID portátil



Fonte: Xminnov (2010, p. 6).

2.8 Middleware

Para que os dados obtidos das tags, é necessário a presença de um elemento que integre, faça tratamento, filtragem e gestão, devido ao grande volume de dados. Logo ele deve controlar os leitores, processar e filtrar dados, por último fazer a integração com o sistema de gestão da organização (Marques, 2012).

Segundo Marques, o middleware é o responsável por integrar as informações da tecnologia RFID com o sistema de informática das organizações. É um elemento essencial para

a tecnologia, pois garante que a informação seja transferida de forma correta e no momento certo, evitando duplicidade.

2.9 Faixas de frequência

Por utilizarem ondas eletromagnéticas, são classificados como dispositivos de rádio, porém deve-se estar atento pois não podem interferir em faixas geralmente utilizadas para atender a sociedade, como emergência ou televisão. A tecnologia RFID pode operar em quatro faixas distintas: baixa frequência (LF), alta frequência (HF), ultra alta frequência (UHF) e microondas (Bertolleti; Santos, 2014). O quadro 2 descreve a caracterização dessas faixas.

Quadro 2 - Descrição das faixas de frequência

Frequência	Faixa de Frequência	Alcance	Aplicação
LF	30 - 300 kHz	0,5m	Controle de animais
HF	3 - 30 MHz	3m	Cartões inteligentes
UHF	300 MHz - 3 GHz	9m	Rastreamento de paletes
Microondas	>3 GHz	>10m	Pedágio

Fonte: Bertolleti; Santos (2014, p. 16. Adaptado pelo autor, 2025).

2.2.2 APLICAÇÕES

Pinheiro (2017) aponta que a utilização de etiquetas em produtos é como documentos de identificação contendo informações inerentes a eles, não só isso, também permitem uma relação mais refinada entre a linha de produção, os consumidores e o sistema de informação das organizações.

Cunha (2016) aborda algumas aplicações:

- Pedágio: Com os carros portando *tags* com suas informações, não é necessário que parem a cobrança pode ser efetuada de modo automático.
- Monitoramento de cargas: Com o produto final portando uma etiqueta, pode ser feito o controle por todo o trajeto até chegar no consumidor.
- Linha de produção: As peças de manufatura podem ser etiquetadas, no final do processo os leitores podem identificar se o que foi executado está em acordo com o pedido.

Pinheiro (2017) também aborda algumas a utilizações para o RFID:

- Médicas: Através da aplicação na pele, é possível cadastrar informação do paciente, tais como tipo sanguíneo, alergia a algum medicamento, além de seu histórico.

3 METODOLOGIA

O presente estudo utilizou a abordagem qualitativa, que para Ramos e Mazalo (2024), é o pesquisador que apresenta os dados de maneira indutiva e a pesquisa proporciona significados, por meio da interpretação dos fenômenos. Ademais, se trata de uma pesquisa exploratória, que para os mesmos autores anteriores, constrói as hipóteses por meio de problemas já abordados.

Por meio de observações pessoais em uma empresa do ramo salineiro, na etapa de colheita de sal, foi possível constatar como era feita a coleta de dados do processo, de maneira manual, com grande possibilidade de erro. Logo, o presente estudo tem por objetivo resolver o problema de obtenção de dados no processo produtivo da colheita de sal por meio da tecnologia RFID, bem como determinar os requisitos necessários para que sua aplicação se efetue de forma eficiente.

Para tanto, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica em revistas, artigos, monografias com o intuito de embasar a relação entre os temas abordados, visando a otimização do processo produtivo. Foram selecionados estudos coerentes com a temática abordada. Para tanto foi consultado páginas de pesquisa na internet voltadas para área acadêmica com intuito de selecionar fontes com embasamento teórico.

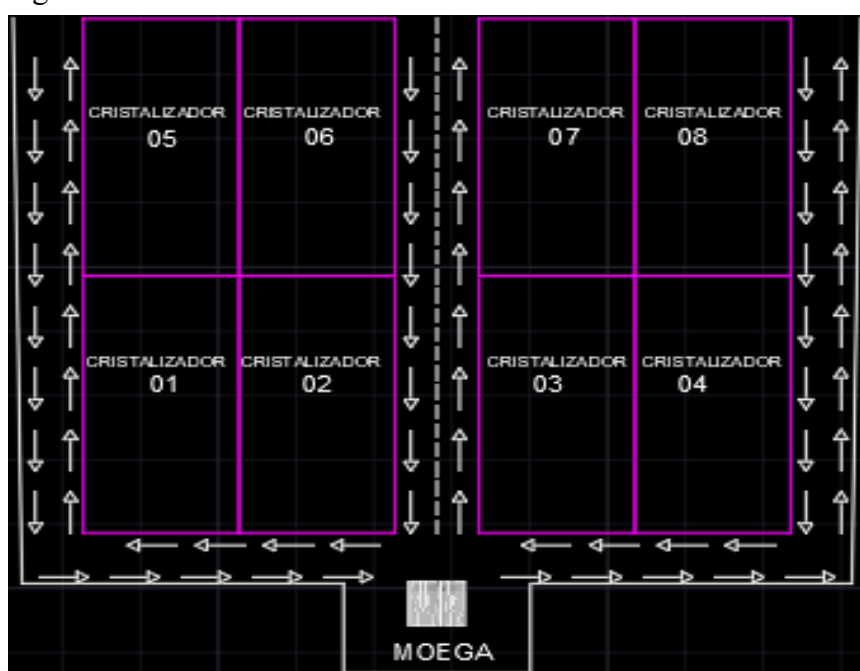
Foi escolhido uma parte do processo produtivo de uma empresa do ramo salineiro, com intuito de aumentar a acuracidade da coleta de dados. Além disso, foi esquematizada uma simulação com a finalidade de fazer uma análise de viabilidade econômica, por meio de métricas, para determinar qual o tamanho do empreendimento que poderiam investir na tecnologia RFID.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para estabelecer a relação entre os temas, é necessário entender como funciona a colheita de sal e como o RFID pode obter e otimizar os dados do processo produtivo e qual será sua contribuição para o mesmo.

Por meio de observações *in loco*, em uma empresa de grande porte na cidade de Areia Branca, foi possível verificar o processo de colheita. Os tratores vão para o cristalizador são carregados, e vão descarregar na moega e retornam para o cristalizador, formando um processo cíclico. Como é mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Processo da colheita



Fonte: Elaboração do autor, 2025.

Por conta da forma que ocorre, podemos usar diversos insights para ter uma perspectiva mais acurada sobre a produção, além de ferramentas de análise de decisão. Para inserir a tecnologia de radiofrequência no processo de colheita de sal marinho, é necessário colocar no mínimo uma *tag* passiva na parte externa de cada veículo responsável pelo transporte para que não haja interferência na onda emitida pela antena. A mesma deve estar próxima de onde o sal será descarregado por conta do alcance da etiqueta. A seguir serão elencados alguns as informações que podem ser obtidas.

4.1 Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo é o período necessário para que um evento ocorra novamente, ou seja o início ou fim desse ciclo (Marchiori; Dias, 2012). Ter o tempo de ciclo de cada cristalizador é uma ótima métrica para identificar possíveis pontos negativos da produção. Pode ser utilizado ferramentas simples para identificação de problemas como os “5 Porquês” propostos por Ohno (1997):

- “Por quê os tratores estão levando mais tempo para descarregar em relação ao ano passado?”
 - “Estão mais lentos pois houve um aumento significativo de manutenção corretiva nas rodas dos tratores.”
- “Por quê houve um aumento significativo de manutenções corretivas?”
 - “Devido às condições da estrada.”

Nota-se que a causa do problema foi encontrada de forma rápida e efetiva.

4.2 Dimensionamento de frota

Como o RFID oferece um melhor controle de informações, é possível saber a quantidade ótima de viagens que os veículos de transporte devem fazer no período de uma hora. Desse modo é possível encontrar o *headway* da operação, que para Silva, Ludewigs e Iwano (2017) é o intervalo entre veículos em um mesmo percurso. A partir desse valor dimensionar a frota para atender cada cristalizador. Passos (2023) estabelece as seguintes relações:

$$\text{Headway} - H = 60/Q$$

$$\text{Frota} - f = T/H$$

Onde, Q é a quantidade ótima de veículos por hora (vei/h); H é o intervalo entre veículos (min); TC é o tempo de ciclo da operação (min) e F é a frota necessária. Nesse prisma, com dimensionamento correto não será necessário utilizar a frota completa em todas os cenários, desse modo é possível diminuir custos com combustíveis. Além disso, executar revezamento para manutenções preditivas, aumentando a eficiência do processo.

4.3 Renovação de Frota

Nassar e Vieira (2014), realizaram um estudo de caso da aplicação do RFID no Sistema de Infraestrutura de Cargas de Santa Catarina, identificou que a tecnologia de radiofrequência beneficia todos os participantes da cadeia de distribuição, além de fornecer embasamento para tomadas de decisões evitando ineficiência da frota, alcançando a otimização da logística.

Desse modo, com os dados obtidos via RFID é possível fazer o mapeamento para determinar qual veículo deve ser substituído, levando em consideração o histórico de cada veículo, o tempo que passou em manutenção, não necessariamente o seu tempo de uso.

4.4 Custos

Um aspecto importante a considerar sobre a tecnologia RFID é o seu custo de aquisição. O quadro 3 irá simular uma organização de grande porte que deseja implementar em seu processo de colheita a tecnologia RFID, sendo 5 tags para os caminhões uma antena e leitor próximos a moega e o software.

Quadro 3 - Simulação de aplicação da tecnologia RFID

RECURSO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Etiqueta dos caminhões	5	R\$ 0,48	R\$ 2,40
Coletor RFID fixo	1	R\$ 9.600,00	R\$ 9.600,00
Antena	1	R\$ 550,00	R\$ 550,00
Software	1	R\$ 12.500,00	R\$ 12.500,00
Mão de Obra	1	R\$ 8.500,00	R\$ 8.500,00
Valor Total			R\$ 31.152,40

Fonte: Bueno borges, Costa, Bontempo, Wander (2019, p. 8. Adaptado pelo autor, 2025)

Para um comparativo quanto aos custos, será simulado um produtivo executado por 05 caminhões basculantes, sendo carregados por uma escavadeira hidráulica, com apoio de uma motoniveladora. Para tanto serão elencados custos referentes ao processo, após será feito o

incremento da tecnologias RFID, esperando-se um aumento de eficiência operacional para a redução dos custos.

4.4.1 CUSTOS FIXOS

Para a obtenção dos custos fixos, será elencado o quadro de funcionários necessários para a realização das atividades, será apresentado no quadro 4. Considerando a jornada de trabalho mensal de 220hs. Os valores unitários serão retirados do SINAPI (2025). Para simplificação, tais custos serão considerados os custos fixos totais.

Quadro 4 - Quadro de funcionários

FUNÇÕES	QUANTIDADES	VALOR UNITÁRIO	TOTAL
Motorista de caçamba	05	R\$ 3593,99	R\$ 17969,95
Operador de escavadeira	01	R\$ 4593,00	R\$ 4593,00
Operador de motoniveladora	01	R\$ 6044,08	R\$ 6044,08
Encarregado	01	R\$ 5699,00	R\$ 5699,00
Ajudantes	03	R\$ 2180,43	R\$ 6541,29
TOTAL			R\$ 40847,32

Fonte: Elaboração do autor (2025).

4.4.2 CUSTOS VARIÁVEIS

Para os custos variáveis será utilizado o estudo de caso realizado por Pinheiro (2017), onde também será considerado o mesmo veículo para simplificação. Os caminhões percorreram um trecho de 4km por cada ciclo, efetuando 3 ciclos por hora, são eles que levam o sal do cristalizador para a moega. Segue os custos variáveis para os caminhões no quadro 6.

Quadro 5 - Custo unitário por caminhão

ITEM	VALOR UNIT.	AUTONOMIA	CUSTO/km	CUSTO/h	CUSTO MENSAL
Combustível	R\$ 6,00	3,7 Km/l	1,6216	19,4592	R\$ 4281,024
Troca de óleo	R\$ 200,00	15000 km	0,0133	0,1596	R\$ 35,112
Filtro de ar	R\$ 60,00	15000 km	0,0040	0,048	R\$ 10,56
Filtro de óleo	R\$ 19,00	15000 km	0,0013	0,0156	R\$ 3,432
Óleo da caixa	R\$ 54,00	30000 km	0,0018	0,0216	R\$ 4,752
Óleo do diferencial	R\$ 216,00	30000 km	0,0072	0,0864	R\$ 19,008
Pneu (10)	R\$ 14000,00	100000 km	0,1400	1,68	R\$ 369,60
TOTAL			1,7892	21,4704	R\$ 4723,488

Fonte: Handow e Wohlgemuth (2014, p. s/p. Adaptado pelo autor, 2025)

Para determinação dos custos variáveis da escavadeira hidráulica, como será mostrado no quadro. Será utilizado o estudo de Silva e Greco (2023) que realizou um comparativo em equipamentos para utilização em terraplanagem. Para o atual estudo, será abordado o uso da escavadeira de 20 toneladas, cujos custos estão presentes no quadro 6, que tem a função de juntar o sal escarificado no cristalizador e carregar os caminhões.

Quadro 6 - Custos variáveis da escavadeira hidráulica

EQUIPAMENTO	COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES	MANUTENÇÃO	MATERIAL RODANTE	CUSTO/H	CUSTO MENSAL
Escavadeira 20 ton.	R\$ 65,81	R\$ 86,94	R\$ 11,10	R\$ 163,85	R\$ 36047,00

Fonte: Silva; Greco, (2023, p. 15. Adaptado pelo autor, 2025).

De modo a encontrar o custo referente a utilização de uma motoniveladora, será baseado no levantamento feito por Rebouças (2018), que será apresentado no quadro 7. motoniveladora pode desempenhar diferentes funções, desde escarificar o sal no cristalizador para facilitar a

retirada do mesmo, também pode ser executado por trator de esteira e tratores comuns com o auxílio de um incremento, como também fazer o nivelamento do cristalizador, para mantê-lo uniforme para a próxima colheita.

Quadro 7 - Custos de uma motoniveladora

EQUIPAMENTO	CUSTO/HORA	CUSTO MENSAL
Motoniveladora	R\$ 150,01	R\$ 33002,20

Fonte: Rebouças (2018, p. 21. Adaptado pelo autor, 2025).

4.4.3 UTILIZAÇÃO DE MÉTRICAS PARA DECISÃO

Para determinar se a aplicação da tecnologia RFID no processo produtivo realmente será interessante, será utilizado o payback para determinar em quanto tempo o investimento retorna. No quadro será mostrado os custos fixos, variáveis e o investimento.

Quadro 8 - Análise de custos

INVESTIMENTO	R\$ 31152,40
CUSTOS FIXOS	R\$ 40847,32
CUSTOS VARIÁVEIS	R\$ 92666,64
TOTAL	R\$ 164666,36

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A partir da adoção da tecnologia RFID, espera-se um aumento na eficiência operacional, para tanto serão utilizadas métricas para verificação da viabilidade do projeto. Serão utilizados o valor presente líquido, taxa interna de retorno e payback descontado. Será adotado o custo de oportunidade equivalente a taxa selic que é de 15%a.a. As equações das métricas citadas estão contidas na Figura 12, Figura 13, e Figura 14.

4.5 Valor Presente Líquido (VPL)

Em suma calcula em termos de valor presente, qual será o impacto em algum evento que esteja atrelado a uma alternativa de investimento. Mede o valor presente dos fluxos de caixa que são gerados no decorrer do tempo. Deve ser adotado a opção que contenha valor positivo (Samanez, 2010).

$$VPL = \text{Fluxo de caixa (FC)} / (1 + TMA)^1$$

4.6 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Se trata da taxa que o investimento irá retornar. Basicamente se refere a taxa que anula o VPL. Seu processo decisório se dá pela escolha da opção que excede o custo de oportunidade (Samanez, 2010), que na simulação é 15%a.a.

$$VPL = \sum \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

Onde, FC_t é o fluxo de caixa no período t ; t é o período (mês, ano, etc.); I é o investimento inicial e TIR é a taxa interna de retorno.

4.7 Payback Descontado

Esse indicador em conjunto com outros como o VPL e o TIR. Se trata de saber em quantos períodos o valor investido venha a ser recuperado (Samanez, 2010).

$$\text{Payback descontado} = \text{investimento inicial} / VPL$$

4.8 Resultados

A partir da utilização conjunta das métricas explanadas anteriormente em planilha eletrônica, foi constatado os resultados presentes no quadro 9. Para esta análise foi considerado um período de 7 meses, que geralmente é o período que as empresas salineiras realizam a colheita.

Quadro 9 - Análise das métricas

TAXA DE EFICIÊNCIA DO PROCESSO								
MÉTRICAS	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
VPL	351,92	9.914,90	20.181,73	30.448,65	40.715,38	50.982,21	61.249,04	71.515,86
TIR	0,18%	4,65%	8,91%	12,82%	16,49%	20%	23,38%	26,66%
Payback descontado	-	9 meses	9 meses	6 meses	5 meses	5 meses	4 meses	3,5 meses

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A partir da simulação é possível constatar que a utilização da tecnologia RFID no processo de colheita de sal representa um grande investimento, sendo interessante para empresas de médio e grande porte.

Ao utilizar as métricas para investigar a viabilidade do investimento, pode-se observar que o projeto seria sustentável considerando o VPL, com um aumento de 4% de eficiência, no entanto o TIR não cobre o custo de oportunidade. Tal quadro se repete até a taxa de 6% de eficiência. Quando a taxa chega em cerca de 7% a taxa interna de retorno já supera o custo de oportunidade com o valor de 16,49%. Deste modo constata-se a viabilidade do projeto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo apresentado teve por objetivo a adoção da tecnologia RFID na indústria salineira, com o enfoque na coleta e análise de dados. A partir de observações sobre o processo produtivo e da pesquisa bibliográfica foi possível compreender melhor o processo produtivo. O RFID se mostra uma solução viável para automatizar a coleta de informações, bem como a possibilidade de analisar as métricas envolvidas, possibilitando dessa forma uma maior eficiência, economia e uma acuracidade nas decisões.

Vale salientar que os custos são um possível impedimento para empresas de pequeno-médio porte, no entanto para aquelas de alto porte pode ser um ótimo investimento. Conclui-se que a adoção do RFID conjuntamente com ferramentas adequadas, pode elevar o desempenho do setor salineiro diante do mercado em expansão.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Manoel Correia de. O território do sal: a exploração do sal marinho e a produção do espaço geográfico do Rio Grande do Norte. **Revista GeoInterações**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 71–104, 2020. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/1105>. Acesso em: 7 jul. 2025.
- AVATEC. Extração de sal. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://avatec.com.br/extracao-de-sal/index.htm>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- BERTOLETTI, Rodolfo; SANTOS, Francisco dos. **Sistema RFID para controle de patrimônio**. 2014. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.
- BUENO BORGES, L. E.; COSTA, A. C.; BONTEMPO, P. C.; WANDER, A. E. Viabilidade econômica de implementação da tecnologia rfid na indústria de semente de soja. **Revista Produção Online**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 1470–1490, 2019. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3619>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- CARDOSO, Elton Costa. **Aplicações da água residuária das salinas solares: revisão de literatura sistemática**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2024.
- CARMONA, Charles Ulises de Montreuil; DE AQUINO, Joás Tomaz; GOUVEIA, Rafaela Lemos Andrade. Inovação e agregação de valor: um estudo das empresas brasileiras mais inovadoras. **Exacta**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 71–84, 2016. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/6170>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- CUNHA, Alessandro. **RFID – Etiquetas com eletrônica de ponta**
- CUNHA, Gabriela Nogueira. **Gerenciamento de resíduos sólidos em unidades de produção e beneficiamento de sal marinho**. 2020. 57f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Centro Multidisciplinar de Angicos, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2020.
- DESCALZO, Daniel; SILVA, Flávia Andressa Jacinto da; CLEMENTE, Graziela Candici. **RFID: análise da viabilidade, vantagens e desvantagens da tecnologia e desenvolvimento de um sistema para demonstração e testes**. 2011. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Curitiba, 2011. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9740/2/CT_COTEL_2011_1_01.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.
- DESO implanta novo tipo de captação de água de qualidade em Itabaiana. *Revista TAE*, [S. l.], 2022. Disponível em: <<https://www.revistatae.com.br/Noticia/55302/deso-implanta-novo-tipo-de-captacao-de-agua-de-qualidade-em-itabaiana>>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- DIAS, Lyzandra Maria da Silva. **Etapas da produção e comercialização do sal marinho no Rio Grande do Norte**. 2023. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia,

Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/home>. Acesso em: 26 jan. 2024.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; VASCONCELOS, Fábio Perdigão. A PRODUÇÃO DE SAL MARINHO NO BRASIL E SUA CORRELAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA ANUAL E O CRESCIMENTO ECONÔMICO NACIONAL. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 69, p. 20–35, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40504>. Acesso em: 9 ago. 2025.

FÉLIX, Bruna Raquel Bezerra. **Acompanhamento do processo produtivo e controle da qualidade na produção de sal na empresa salinor? salinas do nordeste s/a**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022.

GALVÃO, I. R. A mecanização das salinas e o processo migratório da população total e urbana de Macau/RN entre 1970 e 2000. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 108–118, 2019. Disponível em: <http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/335>. Acesso em: 12 jul. 2025.

LIMA, Vanessa Karen Pereira de. **Mapeamento de áreas produtoras de sal do Rio Grande do Norte**. 2018. 71f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia), Centro Multidisciplinar de Angicos, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/1935>. Acesso em: 12 jul. 2025.

MAIA, Manuel Thiago de Araújo. **Circuito espacial de produção de sal: o uso do território do município de Macau/RN pelas indústrias salineiras**. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica e Reestruturação do Território) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MARQUES, João Marcelo Correia. **Fatores que influenciam a eficiência do RFID em sistemas de produção**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/75902>. Acesso em: 10 jun. 2025

MASSUD, Gabriela; AVELAR LESSA, Carmen Lúcia. SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE FOREIGN OBJECT BASEADO EM RFID PARA INDÚSTRIA AERONÁUTICA. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 18, n. 2, p. 760–772, 2021. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1309>. Acesso em: 13 jul. 2025.

MELARA, Eduardo Plasti. **Estudo da tecnologia RFID e sua aplicação na gestão de estoques**. 2011. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso - (bacharelado - Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

MENDONÇA, Ana Campos de. Avaliação econômica da frota brasileira de ônibus interestaduais de passageiros. 2016. 54 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MOTA, Rafael Perazzo Barbosa. **Mecanismos para a melhoria do desempenho de sistemas RFID passivos**. 2015. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

NASSAR, Victor; VIEIRA, Milton Luiz Horn. A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina. **Gestão & Produção**, v. 1, n.1, p. 1-15, 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1.ed., 1997.

PASSOS, Pedro. Dimensionamento de frota no transporte público. **Àgora e Simples**, v. 7, n.2, p. 91-153, 2023. Disponível em: <https://agoraesimples.com.br/opiniaio/dimensionamento-frota/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PEDROSO, Marcelo C.; ZWICKER, Ronaldo; SOUZA, C. A. de. Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 109 - 131, 2009.

Pinheiro, José Maurício S. Identificação por Radiofrequência: Aplicações e Vulnerabilidades da Tecnologia RFID. **Cadernos UniFOA**, v. 1, n. 2, p. 18–32, 2017.

QUEIROZ, Teófilo Augusto de. **Estudo da produção de sal marinho com ênfase na minimização de perdas no processamento**. 2023. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

QUITÉRIO, Natália Fidalgo. **Territórios, recursos naturais e salinas: as técnicas tradicionais de produção de sal e a sua valorização patrimonial e turística: o caso da Salina Municipal do Corredor da Cobra (Núcleo Museológico do Sal), Figueira da Foz**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2016.

REBOUÇAS, Guilherme Paiva. **Modelo para seleção de motoniveladoras durante a elaboração de orçamentos**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SANTOS, B. P.; ALBERTO, A.; LIMA, T. D. F. M.; CHARRUA-SANTOS, F. M. B. INDUSTRY 4.0: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 111–124, 2018. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesarvolvimento/article/view/e316>. Acesso em: 13 jul. 2025.

SANTOS, Jonathan Pinheiro dos. **Tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) em acervos bibliográficos: estudo de caso da Biblioteca da Câmara dos Deputados**. 2013. 51 f., il. Monografia (Bacharelado em Biblioteconomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SANTOS, Felipe da Costa; PANHAN, André Marcelo. A integração da IoT com a RFID para sistemas de pedágios. **Repositório GETI-IFSP**, v. 10, n.2, p. 19-30, 2023. Disponível em:

https://sites.bra.ifsp.edu.br/geti-artigos/books/2023/page/a-integracao-da-iot-com-a-rfid-para-sistemas-de-pedagogos?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 12 jul. 2025.

SAMANEZ, Carlos Patrício Mercado. **Matemática financeira**. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 28 jul. 2025.

SDB. Produção de sal. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://sdb.com.br/producao-de-sal/>>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SEWALD JÚNIOR, Egon; SANTOS JÚNIOR, Sérgio M. O impacto da ciência de dados na tomada de decisão: um estudo de caso e um guia de implantação. **Navus – Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 28 – 36, 2024. Disponível em: <https://navus.sc.senac.br/navus/article/view/1952>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SILVA, Valéria Martins Oliveira da. **Os processos da produção de sal marinho em uma salina em Macau - RN**. 2021. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/home>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVA, Felipe Barcellos e; LUDEWIGS, Lucas Pimenta Pereira; IWANO, Rodolpho Cury. **Controle da frequência de passagem de ônibus nos pontos de espera: atuação sobre o intervalo de tempo entre veículos (headway) e monitoramento da lotação (carregamento)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/3836a838-0f3f-47ba-9548-01a73c023c5f/FelipeBarcellos.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SINAPI – **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Dados de referência técnica de 13 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2025

SOBRAL, Felipe; MARCHIORI, José Eduardo; DIAS, Adriano. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 491–502, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/RZFdSpRQdjVmWcjT6ZCLJnM>. Acesso em: 15 jul. 2025.

XMINNOV. Atividades e notícias. Disponível em: https://www.rfidtagworld.com/news/NFC-RFID-IOT-Knowledge_5836.html