



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RENATA AUGUSTA DANTAS SOARES

**ANÁLISE DE PROCESSOS LOGÍSTICOS E COMPONENTES FÍSICO-
QUÍMICOS EM UMA INDÚSTRIA SALINEIRA LOCALIZADA NO RIO
GRANDE DO NORTE: UM ESTUDO À LUZ DA ENGENHARIA DA
QUALIDADE**

ANGICOS/RN

2022

RENATA AUGUSTA DANTAS SOARES

**ANÁLISE DE PROCESSOS LOGÍSTICOS E COMPONENTES FÍSICO-
QUÍMICOS EM UMA INDÚSTRIA SALINEIRA LOCALIZADA NO RIO
GRANDE DO NORTE: UM ESTUDO À LUZ DA ENGENHARIA DA
QUALIDADE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Lucas Ambrósio Bezerra Oliveira, Doutor.

ANGICOS/RN

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

© 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.

S676a Soares, Renata Augusta Dantas .
ANÁLISE DE PROCESSOS LOGÍSTICOS E COMPONENTES
FÍSICO-QUÍMICOS EM UMA INDÚSTRIA SALINEIRA
LOCALIZADA NO RIO GRANDE DO NORTE: UM ESTUDO À LUZ
DA ENGENHARIA DA QUALIDADE / Renata Augusta
Dantas Soares. - 2022.
61 f. : il.

Orientador: Lucas Ambrósio Bezerra Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2022.

1. Intermodal. 2. Componentes físico-químicos.
3. PDCA. 4. Controle estatístico de processo. I.
Oliveira, Lucas Ambrósio Bezerra, orient. II.
Título.

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

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia
DuarteCRB: 15/673

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

RENATA AUGUSTA DANTAS SOARES

**ANÁLISE DE PROCESSOS LOGÍSTICOS E COMPONENTES FÍSICO-
QUÍMICOS EM UMA INDÚSTRIA SALINEIRA LOCALIZADA NO RIO
GRANDE DO NORTE: UM ESTUDO À LUZ DA ENGENHARIA DA
QUALIDADE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 14/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Lucas Ambrósio Bezerra Oliveira.
Presidente/Orientador (UFERSA)

Prof. Me. André Luiz Sena da Rocha
Examinador Interno (UFERSA, Campus Angicos)

Profa. Bel. Letícia Soares Teixeira de Souza
Examinadora Interna (UFERSA, Campus Angicos)

Dedico este trabalho a Deus, pois sem a direção dEle, a conclusão deste trabalho não seria possível. Aos meus pais: Francimar e Rita de Cássia, pilares da minha formação como ser humano. E as minhas irmãs, que jamais me negaram apoio, carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos concedidas, para que todos os obstáculos fossem superados, por toda paciência e força para enfrentar os momentos difíceis e por toda coragem para enfrentar as adversidades.

Agradeço aos meus pais, Francimar e Rita de Cássia, as minhas irmãs, Camila Carla e Priscila Raquel e ao meu cunhado, Francilberto Dyego, por todo amor, cuidado e confiança que depositaram em mim, não medindo esforços para me ajudarem em todos os momentos e me apoiando em todas as escolhas.

Aos meus amigos, pelo companheirismo em todos os momentos, principalmente nos mais conturbados, e motivação para seguirmos todos em frente. Em especial, aos meus amigos Luana Paloma, Anderson, Marcos Aurélio, Laênio e Stephany, que foram essenciais nessa trajetória, principalmente por todo apoio depositado na etapa final.

Aos meus companheiros de trabalho, que me incentivaram e me motivaram na reta final, dando conselhos e apoio. Em especial, aos meus amigos Janaína, Jaquiele, Vanessa, Vânia, Shirlene, Auricélio, Maiko, Ana Luiza e Júlia.

Agradeço a todos os professores que somaram positivamente na minha trajetória acadêmica, fornecendo conhecimento necessário para minha formação. Em especial, ao meu orientador Lucas Ambrósio, que aceitou o desafio de me orientar mesmo com as limitações apresentadas. Agradeço a oportunidade e confiança depositada.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre comportamento de parâmetros físico-químicos do sal e o volume transportado sob a abordagem do controle estatístico do processo (CEP). Visando alcançar o objetivo proposto, o referencial teórico abordou conceitos e fases que devem ser seguidas para que os processos apresentem desempenho ótimo, considerando as contribuições que o controle estatístico do processo proporciona para a indústria/setor estudado. O trabalho foi caracterizado como sendo de natureza aplicada, os objetivos do estudo são exploratórios e descritivos, apresentando uma abordagem quantitativa, utilizando o método de estudo de caso. Os dados coletados para a realização do estudo, referente a análise do processo do intermodal, correspondem as amostras obtidas no período compreendido de julho até outubro de 2022. Os dados foram obtidos através de relatórios com as quantidades de envios de unidades do produto (sal), por meio do intermodal. Em relação a análise efetuada dos componentes físico-químicos, foram coletadas 30 amostras relacionadas a concentração dos componentes físico-químicos iodo metalóide e ferrocianeto de sódio. A análise dos dados foi realizada utilizando ferramentas e técnicas como controle estatístico do processo, ciclo PDCA, diagrama de Ishikawa, 5W2H, *hotelling* T^2 . Os resultados referentes aos componentes físico-químicos, indicam que os resultados obtidos apresentaram alterações devido as variações climáticas que ocorreram durante o período de coleta das amostras. Durante a análise do processo do intermodal foram identificadas as falhas de: falta de navio; eficiência na salina; falta de carga; desvio para outro cliente e operador não enviaram veículo, essas falhas ocasionaram o baixo cumprimento da programação estabelecida para os meses em análise, que com a aplicação do ciclo PDCA e auxílio da ferramenta 5W2H foram propostas algumas ações para que o processo fosse melhorado e, ao final do acompanhamento do processo, foi constatado que foi possível alcançar a eliminação de 75% (setenta e cinco por cento) das falhas no processo.

Palavras-chave: Intermodal; Componentes físico-químicos; PDCA; Controle estatístico de processo.

ABSTRACT

The objective of this work is to conduct a study on the behavior of physical-chemical parameters of salt and the volume transported under the approach of statistical process control (SPC). Aiming to achieve the proposed objective, the theoretical framework approached concepts and phases that must be followed so that the processes present optimal performance, considering the contributions that the statistical process control provides to the industry/sector studied. The study was characterized as being of an applied nature; the objectives of the study are exploratory and descriptive, presenting a quantitative approach, using the case study method. The data collected for the study, referring to the analysis of the intermodal process, correspond to the samples obtained in the period from July to October 2022. The data were obtained through reports with the quantities of product unit shipments (salt), through intermodal. Regarding the analysis of the physical-chemical components, 30 samples were collected related to the concentration of the physical-chemical components metalloid iodine and sodium ferrocyanide. The data analysis was performed using tools and techniques such as statistical process control, PDCA cycle, Ishikawa diagram, 5W2H, hotelling T2. The results referring to the physical-chemical components indicate that the results obtained presented alterations due to the climatic variations that occurred during the sample collection period. During the analysis of the intermodal process the following failures were identified: lack of ship; efficiency in the salt mine; lack of cargo; deviation to another customer and operator did not send vehicle, these failures caused the low compliance with the schedule established for the months under analysis, that with the application of the PDCA cycle and aid of the 5W2H tool some actions were proposed so that the process was improved and, at the end of the process monitoring, it was found that it was possible to achieve the elimination of 75% (seventy-five percent) of the failures in the process.

Keywords: Intermodal; Physical-chemical components; PDCA; Statistical process control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Consumo Final de Energia por setor.....	20
Figura 2: O Ciclo PDCA	27
Figura 3: Etapas da aplicação do controle estatístico do processo (CEP)	32
Figura 4: Envio de unidades através do intermodal	33
Figura 5: Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 6: Plano de ação das melhorias propostas	39
Figura 7: Processo produtivo do sal	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Unidades projetadas	36
Gráfico 2: Unidades realizadas.....	36
Gráfico 3: Unidades projetadas	41
Gráfico 4: Unidades realizadas.....	41
Gráfico 5: Análise multivariada do processo	45
Gráfico 6: Análise do iodo metalóide.....	46
Gráfico 7: Análise das médias amostrais e amplitude.....	47
Gráfico 8: Capabilidade do iodo metalóide.....	48
Gráfico 9: Análise do Ferrocianeto de Sódio	49
Gráfico 10: Análise das médias amostrais e amplitude do processo.....	50
Gráfico 11: Capabilidade do Ferrocianeto de sódio	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Análises químicas	28
Quadro 2: Unidades projetadas, realizadas e justificativas	36
Quadro 3: Amostras do Iodo metalóide.....	43
Quadro 4: Amostras do Ferrocianeto de sódio	44
Quadro 5: Amostras do Ferrocianeto de sódio	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Problemática	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo Geral	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4. Justificativa	15
1.5 Estrutura do Trabalho	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Modais de transporte	17
2.1.1 Aquaviário	18
2.1.2 Rodoviário	19
2.1.3 Ferroviário	21
2.2 Controle estatístico de processo (CEP)	22
2.3 PDCA	25
2.4 Parâmetros físico-químicos	28
2.4.8 Iodo metalóide	29
2.4.9 Ferrocianeto de sódio	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 Classificação Da Pesquisa	30
3.2 Etapas Da Pesquisa	31
4 RESULTADOS	33
4.1 Descrição do processo do intermodal	33
4.2 Dados coletados sobre as unidades projetadas e realizadas	35
4.3 Aplicação do PDCA	38
4.4 Descrição do processo produtivo do sal	41

4.5 Aplicação do controle estatístico de processo (CEP)	43
4.5.1 Análise multivariada do processo	45
4.5.2 Análise CEP do Iodo metalóide	46
4.5.3 Análise CEP do Ferrocianeto de sódio	49
5 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Esta seção introdutória apresenta exposições referentes a contextualização e problemática, objetivos geral e específico, justificativa, finalizando com a estrutura em que o trabalho é composto.

1.1 Contextualização

A fabricação do sal que é originado do mar é uma ação que vem sendo desempenhada a milênios, em seu histórico aponta que a China foi o primeiro país a possuir registro desse tipo de produção (BASS-BECKING, 1931 *apud* LILEBO *et al.*, 2013). O procedimento de fabricação do sal foi realizado pela África, Oceania e América do Sul da mesma maneira, no qual consiste no armazenamento da água do mar em tanques e, com o tempo, essa água vai sendo evaporada, possibilitando a precipitação do cloreto de sódio e, assim, a formação do sal (BASS-BECKING, 1931 *apud* LILEBO *et al.*, 2013).

O método de obtenção do sal foi, por um longo período, realizado por meio de salinas naturais, no qual eram descobertas e aproveitadas. Com o passar do tempo a procura pelo cloreto de sódio foi crescendo e foi percebendo a necessidade de aumentar a produção. Dessa forma, em torno do século XIX as salinas começaram a ser planejadas para que fosse possível atender a demanda crescente e as empresas começaram a introduzir ferramentas que pudessem auxiliar de maneira mais eficaz a colheita e produção (GRILLO, 2012).

No Brasil, antes da colonização portuguesa já havia conhecimento sobre a fabricação do sal, quando os colonizadores chegaram no Brasil se depararam com algumas salinas naturais, em virtude disso, eles começaram a explorar algumas salinas que estavam localizadas no Rio Grande do Norte, as primeiras salinas a serem exploradas pertenciam aos municípios de Guamaré e Macau (MOURA, 2003).

Segundo Santos e Silveira (2010), o Rio Grande do Norte era responsável por encaminhar sal para a região Sudeste e Sul do Brasil desde o ano de 1607, sendo este produzido nas cidades de Macau, Mossoró e Areia Branca. O cloreto de sódio era usado como tempero, tendo como sua principal função salgar a carne bovina, no século XVIII, houve uma enorme seca que desencadeou a morte de muitos animais bovinos, comprometendo a utilização do tempero, porém a partir do século XIX começaram a utilizar o sal para salgar peixes, preparar couros e outros diversos produtos, sendo necessária a construção de novas salinas para suprir a demanda (SANTOS; SILVEIRA, 2010).

No Rio Grande do Norte, as salinas são responsáveis por 95% da fabricação do sal do mar no Brasil, a cidade que se destaca como a maior produtora de sal é Macau, que desde 1970

passou a melhorar seu processo de fabricação, passando a substituir a colheita de artesanal para mecanizada, sendo uma inovação do mercado salineiro, no qual possibilitava redução de tempo, custos e aumento de capacidade produtiva (SILVA, 2019).

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, tem-se a necessidade da busca de métodos que viabilizem as atividades empresariais, proporcionando capacidade de se sobressair em relação as outras apresentando, assim, vantagem competitiva no mercado, na qual é obtida realizando as ações de maneira estratégica e tornando-as mais eficientes no mercado (LOPES; ARAÚJO, 2013).

Este trabalho irá abordar algumas temáticas da engenharia de produção, como engenharia de operações e processos da produção, para auxiliar na análise das operações do processo produtivo, logística, para apresentar as abordagens referentes a logística do transporte utilizado para exportação, e engenharia de qualidade, com o intuito de realizar o controle estatístico do processo de análise físico-químicos de fabricação do sal.

1.2 Problemática

Segundo Diniz (2013), o Rio Grande do Norte é o estado que apresenta a maior produção de sal marinho do Brasil, o que impõe vários desafios e exigências nos processos pela empresa, pois existem diversos fatores que podem influenciar de maneira positiva ou negativa no resultado do processo produtivo.

Dentre eles, observa-se desafios relacionados ao controle e estabilidade de processos, desde as análises químicas que são realizadas nas etapas do processo produtivo, como a quantidade de componentes físico-químicos, até a parte logística e observação de parâmetros de desempenho, como quantidade transportada semanalmente, volume mensal faturado e custos. Segundo Lima e Paula Júnior (2017), um parâmetro que deve ser acompanhado diariamente é a umidade do sal, pois as precipitações diluem a salmoura concentrada, reduzindo a quantidade de sal produzida.

O propósito desse estudo consiste na análise dos processos, na identificação das possíveis falhas, análise dos parâmetros físico-químicos e na proposição de ações para aprimorar o desempenho das atividades, visando a qualidade durante a realização e atendimento de especificações técnicas e dos clientes.

Além disso, realizar o compilado dos dados referentes ao certificado de análise coletado diariamente para que seja feita a análise físico-química dos parâmetros e resultados obtidos por meio das amostras de sal e realizar a análise da eficiência do processo logístico marítimo, levando em consideração o volume de sal faturado mensalmente para exportação marítima.

1.3 Objetivos

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos.

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar estudo sobre comportamento de parâmetros físico-químicos do sal e o volume transportado sob a abordagem do controle estatístico do processo (CEP).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Apresentar melhorias na eficiência das operações logísticas;
- Propor um plano de ação para itens fora de controle;
- Otimizar as atividades realizadas no processo logístico;
- Apresentar a variabilidade dos componentes físico-químicos.

1.4. Justificativa

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de trabalhos que contribuam com o aprimoramento dos processos industriais no setor salineiro nacional. Apresenta, pois, como finalidade a identificação dos problemas que são gerados no decorrer da realização das operações e os aspectos que podem ser melhorados para que a empresa obtenha processos mais otimizados e eficientes resultados. A partir disso, no alcance de melhores resultados e operações estruturadas e padronizadas que ofereçam mais estabilidade no processo e maior qualidade.

Em virtude das dificuldades encontradas pela empresa e pela necessidade que os operadores apresentam de trabalhar com operações mais seguras e que proporcionem cada vez mais resultados positivos optou-se pelo tema em questão, para que os dados sejam analisados e obtenha plano de ação para que seja possível a sugestão de correções que proporcionem as soluções para os problemas e otimização dos processos.

Além disso, este estudo busca a realização do acompanhamento da variação dos resultados obtidos no certificado de componentes físico-químicos, que são gerados diariamente através da análise de experimentação laboratorial, para constatar se os níveis dos componentes estão adequados para o produto que será comercializado.

Sendo assim, uma empresa de grande porte do setor salineiro, localizada no interior do Rio Grande do Norte foi escolhida como objeto a ser estudado, tendo como propósito a identificação de fatores que são susceptíveis a melhorias e introdução de elementos que contribuam para melhorias das operações e alcance de resultados ainda mais positivos.

1.5 Estrutura do Trabalho

Além dessa introdução, este trabalho estrutura-se em seis seções. Na segunda seção, é apresentada a fundamentação teórica, onde contém considerações sobre os modais de transporte, aquaviário, rodoviário, ferroviário, controle estatístico de processo (CEP), PDCA, parâmetros físico-químicos, iodo metalóide e ferrocianeto de sódio.

Na terceira seção, apresenta-se a metodologia, onde é realizada a caracterização da pesquisa e a identificação dos processos que foram realizados para a obtenção de todos os dados utilizados. Já o quarto capítulo, refere-se aos resultados e discussões do trabalho de conclusão de curso.

A quinta trata-se das considerações finais, no qual é definido se os objetivos propostos para a realização do estudo foram atingidos. E, para finalizar, a sexta seção é destinada as referências que foram utilizadas durante a construção do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresenta-se a fundamentação teórica que foi utilizada como base para o desenvolvimento do trabalho. As subseções estão divididas em: Modais de transporte, Aquaviário, Rodoviário, Ferroviário, Controle estatístico de processo (CEP), PDCA, Parâmetros físico-químicos, Iodo metalóide e Ferrocianeto de sódio.

2.1 Modais de transporte

Junior, De Andrade Bastos e Perobelli (2020), entendem que os transportes são utilizados quando surge a necessidade de realizar deslocamentos em busca de comprar ou vender produtos e serviços, fazer viagens em busca de lazer ou compromissos, adquirir conhecimentos, entre outras coisas, então para efetuar esse deslocamento faz-se necessário o uso de transportes que possibilitem a movimentação.

Para Rodrigues (2007), as movimentações que são efetuadas através dos transportes são um dos fatores mais essenciais no compilado dos custos que envolvem a parte logística dos processos nas indústrias. O mesmo autor afirma que nos países que são mais desenvolvidos os custos logísticos referentes aos fretes chegam a representar 60% e absorvem cerca de 9% a 10% do Produto Nacional Bruto (PNB).

Segundo Betarelli Junior (2012), para o país apresentar uma boa evolução e condições favoráveis para o crescimento, é indispensável que possua infraestrutura de transportes ideal para que o tráfego seja de qualidade, levando em consideração que essa infraestrutura influencia diretamente no avanço da economia, tanto nos aspectos de transporte de mercadorias, como também de pessoas, pois além de gerar renda, otimiza o tempo de mobilidade e aumenta a possibilidade de exportação.

De acordo com Andrade (2007), o Brasil é um país que contempla vasta área territorial, o que fortalece a necessidade da existência de opções de modais que possibilitem o alcance em todos os lugares do país, inclusive os que apresentam difícil acesso. A viabilidade que esses sistemas de transportes oferecem, incentivam o aumento do Produto Interno Bruto (PIB), pelo fato de potencializar a economia.

Para Cruz (2019), os modais de transporte são divididos em cinco tipos distintos, o transporte rodoviário, ferroviário, aquaviário, aéreo e dutoviário, no qual cada um apresenta particularidades distintas que beneficiam o transporte de cargas e pessoas de acordo com as especificações necessárias, as quais podem ser definidas como a velocidade, capacidade de volume, preço, segurança, disponibilidade de transporte, entre outros.

De acordo com Bertan (2010), a distância e o tempo são dois fatores são decisivos para os modais de transporte. A distância influencia pois deve ser analisado o percurso que necessita ser feito entre os locais em que o elemento foi produzido e o destino que será consumido, já o tempo diz respeito ao tempo em que o percurso entre estes locais deve ser feito, sendo este completamente subordinado ao trajeto que deve ser percorrido, e a escolha do meio do transporte ideal deve ser feita com muita cautela a partir desses fatores, pois a escolha vai afetar diretamente o abastecimento dos estoques, a qualidade dos serviços e os custos envolvidos no processo.

Segundo Schyra (2019), os tipos de transporte são determinados como ideais a partir da rapidez de movimentação, a disponibilidade de acesso, segurança ofertada pelo transporte, custo envolvido, pois nem sempre a disposição para o investimento condiz com as especificações exigidas em relação a rapidez, por exemplo, para se ter uma mobilidade mais rápida existe um valor mais alto agregado, então os modais são escolhidos de acordo com a necessidade e condição.

2.1.1 Aquaviário

O modal aquaviário segundo Silva (2015), é conhecido também por cabotagem que se refere ao transporte de cargas praticado por meio de navios que percorrem distâncias entre os portos da localidade em questão, esse tipo de modal possibilita inúmeras vantagens, como o traslado de cargas de grande porte com um custo agregado mais baixo, apresenta também maior segurança e oferece menos poluição ao meio ambiente.

Segundo Gondim (2013), a cabotagem pode ser entendida como a navegação que é efetuada entre os portos ou locais do território brasileiro, essa navegação é feita através do mar ou vias interiores que podem ser navegáveis, a cabotagem apresenta uma gama de vantagens, entre elas estão a capacidade elevada de carregamento, a baixa utilização de combustível por tonelada que é movimentada, a menor incidência de acidentes, o gasto mais baixo de tonelada transportada por quilômetro, o seguro com menor custo e a reduzida emissão de poluentes para o meio ambiente.

De acordo com Cruz (2019), o modal do tipo aquaviário utiliza as águas que estão presentes na rota traçada para o tráfego para, assim, possibilitar a chegada no destino esperado, esse tráfego pode ser realizado através do mar, lagos ou rios. Este modal pode ser utilizado tanto para deslocar os seres humanos, quanto produtos. Atualmente, no Brasil, existem alguns tipos de produtos que fazem uso mais constante deste modal, como minério de ferro, soja e contêineres, por exemplo.

Para Garcia (2018), o modal aquaviário é responsável por transportar cerca de 13% das cargas no Brasil. Em relação ao transporte de cargas para o exterior, o aquaviário é responsável por mais de 90% do transporte das exportações, o território brasileiro contempla 7.400 km de litoral e 22.000 km de hidrovias que ficam localizadas nos interiores e contemplam todo o território brasileiro, o que oferece uma vasta possibilidade para a navegação das cargas.

Segundo Ferreira (2015), a mobilidade realizada através do modal aquaviário e que recebe o suporte Portuário, é o tipo de navegação que possui uma estabilidade maior, o tamanho dessa estabilidade é proporcional a extensão que as cargas serão transportadas, ou seja, quanto maior o percurso, maior a estabilidade no processo, essa segurança é garantida pelo fato de que esta modalidade contempla empresas de navegação que investem continuamente para que não perca a qualidade.

Novaes (2007) diz que o traslado por meio de navios pode ser feito com diversas espécies de navio cargueiros, o tipo de navio adequado para as viagens é determinado a partir do tipo da carga que será transportada e as exigências de especificações de acomodação dos produtos, a maioria dos navios carregam produtos em geral e a maioria dos produtos são transportados por meio de contêineres, outro tipo de navio é o graneleiro, no qual é ideal para produtos sólidos a granel, existem também outros tipos de navios que são desenvolvidos para exportarem cargas específicas, nesse caso os navios são criados de acordo com as especificações necessárias.

2.1.2 Rodoviário

Segundo Cruz (2019), o modal do tipo rodoviário é o que faz uso das rodovias para que seja realizado o deslocamento, podendo ser realizados através de carros de pequeno porte, para o transporte de pessoas e pequenas cargas, e pode ser realizado através de veículos de grande porte, no qual são utilizados para transportar grandes cargas. No Brasil, este modal é o mais utilizado, sendo 60% da sua usabilidade destinada para o transporte de cargas, ideal para fretes que necessitam de um deslocamento de pequenas e médias distâncias.

De acordo com Bertaglia (2005), o modal do tipo rodoviário apresenta maior importância em relação aos outros tipos de transportes, pois o mesmo permite que seja realizada a movimentação de vários tipos produtos para uma maior variedade de destinos, o que oferece maior flexibilidade no que diz respeito ao traslado, acarretando na utilização para transportar produtos de pequeno porte para pequenas, médias e grandes distâncias, podendo efetuar a entrega e coleta das encomendas de ponto a ponto.

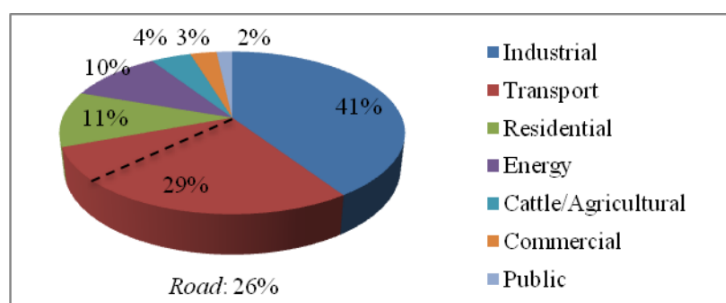
Para Barreto e Ribeiro (2020), o transporte rodoviário apresenta inúmeras vantagens, umas delas é que ele não necessita seguir um percurso fixo, pois essa modalidade tem a flexibilidade de percorrer várias estradas e não exige uma estrutura grande para que os veículos possam transitar, como acontece com os outros modais, o modal rodoviário é mais adaptável, o que lhe agrega uma vantagem competitiva.

Eller, Sousa Junior e Curi (2011), dizem que um estudo que foi realizado revela que a situação das rodovias ainda não está favorável em relação ao fator infraestrutura, que em busca de melhorar as condições de traslado, os órgãos públicos buscam empresas privadas que realizem a manutenção das rodovias, para que essas melhorem as condições de traslado e o tornem adequados e de qualidade, permitindo mais segurança e eficiência.

Segundo Ferioli (2018), o modal do tipo rodoviário é um grande influenciador da poluição veicular existente no Brasil, pois este tipo de transporte é o que apresenta maior aderência da população brasileira em decorrência dos investimentos realizados pelos governantes do século XX, porém os veículos não possuem a inserção de tecnologia avançada e renovação dos transportes, o que acarreta maior emissão de poluentes.

Bartholomeu (2006) afirma que o transporte rodoviário apresenta grande usabilidade de combustíveis fósseis, o que acarreta um grande consumo de energia, confirmando que este tipo de transporte possui elevada contribuição para poluição. Para confirmar a afirmação, foi realizada uma análise, conforme pode ser visualizada na Figura 1, em que constata que o modal rodoviário é responsável por 26% do consumo de energia do Brasil e por aproximadamente 90% do uso de energia do setor de transporte (BRASIL, 2008).

Figura 1: Consumo Final de Energia por setor



Fonte: Brasil (2008).

De acordo com Moreira, De Freitas Junior e Toloi (2018), foi realizada uma pesquisa com o intuito de analisar os custos envolvidos nas operações de algumas empresas e foi constatado que o faturamento total dessas empresas totalizou 15% do PIB do Brasil, os valores

agregados a operação logística ficaram em torno de 11,73% da receita e, um ponto interessante, é que foi percebido que 98% do transporte das cargas das empresas foram através do modal rodoviário, o que significa alta aderência.

2.1.3 Ferroviário

De acordo com Marinheiro (2012), o surgimento transporte ferroviário se deu de maneira contrária em relação aos outros países, o aparecimento deste modal aconteceu antes do surgimento dos modais hidroviários e rodoviários, apresentando um desenvolvimento descentralizado, seguindo as demandas econômicas regionais, no Nordeste, por exemplo, o transporte ferroviário era responsável por atender as necessidades das plantações de açúcar e fumo seguindo, assim, para o atendimento das demandas particulares de cada região.

Cruz (2019) fala que o modal ferroviário faz uso de malhas férreas para que seja possível o transporte, a princípio foi identificada essa possibilidade para que fosse realizado a expedição de grandes cargas agrícolas, atualmente os produtos que lideram o uso são o minério e grãos. No Brasil essa malha férrea é composta por 29 mil quilômetros, o que é um fator limitante para que o transporte seja realizado por esta modalidade.

Segundo Ballou (2012), o modal do tipo ferroviário, em relação aos outros tipos, apresenta mais lentidão na execução do seu traslado, porém possui a capacidade de transportar altos volumes para distâncias mais longas e com um custo agregado mais baixo, apresentando duas maneiras de serviço, o regular e o privado, no qual o regular comercializa os serviços com qualquer cliente e o privado é pertencente de alguém ou alguma empresa.

Brugnera e Dalchiavon (2017), dizem que o modal ferroviário é ideal para a movimentação de produtos que possuam baixo valor agregado, que apresentem volume elevado e que necessitem percorrer longos percursos, pois por mais que para construir as ferrovias seja necessário fazer um grande investimento, o valor referente a operação é baixo, o que facilita na competição em relação aos fretes das outras modalidades.

De acordo com Dos Santos (2018), a evolução do transporte ferroviário ocorreu após acontecer a privatização das malhas, além do investimento nas malhas, os vagões e as locomotivas também foram valorizados, fazendo a inserção de tecnologias para auxiliar no monitoramento do traslado e sistemas envolvidos na operação, as melhorias significativas refletiram em melhores desempenhos e diminuição da incidência de acidentes no Brasil.

De Souza e Uchôa (2019), afirmam que o modal do tipo ferroviário é muito necessário para a logística, pois além de apresentar possibilidade de movimentação de grandes cargas, esse transporte possui boa eficiência energética e está em evolução, mostrando avanço na rapidez

do tráfego, segurança na movimentação e mais economia para a composição dos custos finais logísticos.

2.2 Controle estatístico de processo (CEP)

Segundo Henning (2014), o controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta que contribui para o acompanhamento de dados e análise conforme as particularidades de qualidade desejadas, essa ferramenta também permite o acompanhamento através de limites traçados para que sejam identificadas oportunidades de melhorias nos processos ou atividades estudadas.

Montgomery (2016) afirma que o CEP é uma rica junção de ferramentas que apresentam a capacidade de solucionar problemas e é capaz de contribuir para que o processo analisado obtenha estabilidade em seu comportamento durante a execução, diminuindo as variações existentes durante a produção.

Lima (2006) afirma que o êxito obtido com a aplicação do controle estatístico de processo pode ser fundamentado partindo do princípio que se um determinado processo está apresentando comportamento esperado e este comportamento está estável, significa que o processo está susceptível apenas a sofrer interferências de causas comuns, que são as que determinam a colocação e dispersão do processo que, neste caso, pode ser compreendida como uma distribuição normal posto isto, quando o processo apresenta constância, é possível antever seu comportamento futuro.

Segundo Montgomery (2004), o CEP oferece como finalidade principal o estudo de atividades que compõem um processo, definir padrões, confrontar a performance do processo, constatar e analisar os desvios existentes, investigar e propor soluções, rastreando o melhor desempenho de pessoas e/ou máquinas.

De acordo com Zerbato (2013), esta ferramenta é utilizada com o propósito de identificar as variações que os critérios que foram definidos para a realização do estudo sofreram, para que assim, seja traçados métodos que possam solucionar essas alterações permitindo, assim, que os dados gerados por este processo fiquem dentro dos limites estabelecidos como ideais.

Segundo Giron (2013), esses limites podem ser divididos em três, o limite superior de controle (LSC), que é o limite máximo de variabilidade dentro daquele processo, o limite inferior de controle (LIC), que é o limite mínimo de variabilidade determinado para o processo e o limite central, no qual é determinado pelo valor médio da particularidade estabelecida, com essa definição de limites é identificada se o processo analisado está sob controle.

Alencar (2005) afirma que no controle estatístico de processo as atividades analisadas em busca do controle são estudadas realizando mensurações de variáveis de interesse em fragmentos intervalados no decorrer do tempo e catalogando os resultados obtidos em cartas de controle, para realizar o controle da média das atividades analisadas usa o gráfico de controle para médias, também conhecido como gráfico de $\bar{x}$, já a variabilidade que as atividades apresentam podem ser estudadas através do gráfico de controle para o desvio padrão, também conhecido como gráfico S , como também pelo gráfico de amplitude, que também é conhecido por gráfico R .

Ainda de acordo com Alencar (2005), os estudos realizados através do gráfico $\bar{x}$ apresentam o intuito de acompanhar a variabilidade que acontece entre os fragmentos coletados, já os estudos feitos utilizando o gráfico S oferece a possibilidade de analisar a variabilidade que acontece dentro de cada fragmento coletado. Esses gráficos são formados a partir do limite superior de controle (LSC), linha média (LM) e limite inferior de controle (LIC), que para formar o gráfico da média são utilizadas as equações [1], [2] e [3], já para o gráfico dos desvios são utilizadas as equações [4], [5] e [6], para determinar a média das médias e o desvio padrão médio são utilizadas as equações [7], [8] e [9] (ALENCAR, 2005).

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + 3 \cdot \frac{\bar{s}}{c_4 \cdot \sqrt{n}} \quad [1]$$

$$LM_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \quad [2]$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - 3 \cdot \frac{\bar{s}}{c_4 \cdot \sqrt{n}} \quad [3]$$

$$LSC_s = B_4 \cdot \bar{s} \quad [4]$$

$$LM_s = \bar{s} \quad [5]$$

$$LIC_s = B_3 \cdot \bar{s} \quad [6]$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad [7]$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [8]$$

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_m}{m} \quad [9]$$

Onde:

$\bar{\bar{x}}$: média das médias do processo;

$\bar{s}$: desvio padrão médio do processo;

n : tamanho da amostra

c_4 , B_3 e B_4 : fatores tabulados dependentes de n^7 ;

m : quantidade de amostras que foram coletadas no momento.

Segundo Castro e De Souza (2012), o gráfico de controle por variáveis do processo tem a finalidade de analisar o comportamento de unidades que devem ser contidas apresentam uma disposição normal, então é importante que a média o desvio padrão da disposição sejam controlados se, ao longo do tempo, essas variáveis não apresentarem descontrole, então significa que o comportamento das unidades está controlado, neste caso é utilizado dois gráficos para observar o comportamento, o gráfico de controle de média e o de controle de amplitude.

Segundo Peinado e Graeml (2007), o gráfico por atributos é utilizado para realizar a observação dos comportamentos dos processos produtivos através das unidades que estão sendo estudadas, quando se deseja analisar se as proporções das unidades não são conformes levando em consideração a quantidade da produção dessas unidades, o gráfico gerado é o tipo P, já o gráfico que é gerado para acompanhar os defeitos presentes na unidade produzida é o tipo C.

De acordo com Montgomery (2009), a análise de dados feita através de gráficos multivariados apresentam ótimos desempenhos, pois a análise pode ser realizada utilizando 2 a 10 características de um mesmo produto ou processo estudado, o gráfico de controle multivariado faz uso da distribuição dos dados de maneira normal e multivariada, podendo fazer uso do gráfico de controle T^2 Hotelling para a análise desejada. As equações utilizadas para a geração do gráfico de controle T^2 Hotelling para os dados subagrupados seguem abaixo:

$$T^2 = n(\bar{x} - \bar{\bar{x}})'S^{-1}(\bar{x} - \bar{\bar{x}}) \quad [10]$$

Para a fase 1:

$$LSC = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha,p,mn-m-p+1} \quad [11]$$

Para a fase 2:

$$LSC = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha,p,mn-m-p+1} \quad [12]$$

Sendo:

$\bar{x}$: o vetor da média amostral;

$\bar{x}$: o vetor da média populacional estimada;
 S: a matriz de covariância média amostral;
 n: tamanho da amostra utilizada;
 p: número de características avaliadas;
 F: valor estatístico tabelado;
 α : nível de significância;
 m: número de amostras disponíveis.

De Oliveira, Oprime e Jardim (2018), falam que outro gráfico ideal para analisar um processo com elevado nível de capacidade é o gráfico de controle de aceitação. O gráfico de controle de aceitação é exposto através de três índices de capacidade o C_p , C_{pk} e o C_{pm} . O índice C_p é responsável por apresentar a capacidade potencial do processo que está sendo analisado, no qual mede a variação do comportamento através dos limites. O C_{pk} é responsável por definir a capacidade efetiva do processo estudado através dos desvios e centralidades observados. Por fim, o C_{pm} busca estimar a tendência que o processo apresenta em conservar-se em torno do valor estimado.

De acordo com Gonçalves (2022), abaixo segue as equações que são utilizadas para determinar os valores de C_p , C_{pk} e C_{pm} :

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad [13]$$

$$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right) \quad [14]$$

$$C_{pm} = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\sigma^2 + (d - \mu)^2}} \quad [15]$$

2.3 PDCA

Silva *et al* (2017) afirma que a evolução constante empregada aos processos possui a finalidade de abolir as motivações que levam a ocasionarem as falhas nesses processos, partindo da definição pelas técnicas utilizadas no controle dos processos, ocasionando na permanência da qualidade nas operações e fazendo com que a evolução contínua das operações vire rotina nas instituições.

Segundo Junior (2010), o PDCA é uma metodologia utilizada para administrar processos ou sistemas, é o meio que auxilia no alcance dos objetivos estabelecidos para produtos ou serviços das organizações, para iniciar a aplicação dessa metodologia é interessante que seja estabelecida uma meta para guiar no decorrer da utilização dessa técnica.

De acordo com Andrade (2003), essa metodologia foi desenvolvida para ser utilizada como um protótipo dinâmico em que o desfecho de um estágio irá advir no início do estágio seguinte, e assim continuamente no decorrer dos próximos ciclos, levando em consideração que as atividades estudadas podem ter novas análises, acarretando novos processos de transformação.

Pacheco (2012) afirma que o ciclo PDCA é uma técnica que auxilia na descoberta, estudo e previsão de problemas existentes nas entidades, no qual é altamente usual para elucidar os problemas que surgem durante as atividades executadas, este método se apresenta como altamente eficiente para o aprimoramento contínuo nas organizações, pois utiliza iniciativas estratégicas que são capazes de obter de maneira mais rápida as soluções desejadas e influenciar na durabilidade e evolução das instituições.

De Brito e De Araújo Brito (2020), afirmam que o PDCA é também conhecido como ciclo de Shewhart ou de Deming e foi reconhecido por volta da década de 50, através de palestras ministradas pelo professor William Deming, essa ferramenta é bastante utilizada na parte da gerência da qualidade e é composta por quatro etapas, que quando executadas resultam na conclusão esperada.

Segundo Alves (2015), esta metodologia é baseada em um ciclo que é composto por ações que foram idealizadas e são frequentes, para que as metas almejadas sejam alcançadas e os resultados das organizações sejam melhorados continuamente, em virtude disso não existe a conclusão desse ciclo. Apresenta como objetivo fazer com que os processos se tornem cada vez mais transparentes e ativos, constatando a razão dos obstáculos e definindo as soluções para a resolução através de quatro etapas exibidas na Figura 2.

Figura 2: O Ciclo PDCA



Fonte: Alves (2015).

Ainda de acordo com De Brito e De Araújo Brito (2020), Plan (Planejamento): os objetivos são definidos, assim como as estratégias que serão utilizadas para alcançar os objetivos; Do (Execução): explicação dos objetivos e estratégias para que os que estão em torno do projeto entendam e apoiem o projeto; Check (Verificação): é a certificação dos dados que foram colhidos durante o plano, para comprovar se as estratégias que foram definidas resultarão no alcance da meta; Action (Ação): Modificar o plano que foi eficiente para que se torne a mais nova forma de desempenhar as atividades nas organizações.

Segundo Rodrigues (2017), essa ferramenta é composta por quatro fatores que dão sentido a sigla PDCA, o fator “Plan” é passo inicial para a identificação do resultado que busca atingir traçando, assim, um planejamento. “Do” diz respeito a efetivação do planejamento que foi realizado inicialmente e recolhimento das informações necessárias para análise. “Check” é a etapa em que os dados que foram coletados na etapa “Do” serão analisados para a verificação se são coincidentes com o resultado almejado. Por fim, o fator “Action” é destinado para a realização das ações que foram definidas para o alcance do objetivo, realizando a busca da melhoria ações durante as execuções.

De acordo com Falconi (2014), o Ciclo PDCA é uma ferramenta ideal para ser utilizada em problemas que devem ser solucionados da melhor forma constantemente, proporcionando as organizações uma metodologia que vai oferecer para empresa a sustentabilidade dos resultados positivos, pois o último fator da ferramenta é destinado a melhoria contínua dos processos realizados.

Segundo Bond, Busse e Pustilnick (2012, p. 69), para implementar a metodologia PDCA existem ferramentas que fornecem o apoio necessário ao processo, um exemplo é a matriz GUT, sigla essa que se origina da gravidade, urgência e tendência, tendo como objetivo eliminar os

problemas, ampara na fase do planejamento do ciclo PDCA, definindo as causas para organizar o plano de ação.

De acordo com Mello (2011, p. 22), o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta que pode ser utilizada para contribuir na identificação das causas, o diagrama de Ishikawa detecta as causas através de um diagrama de causas e efeito, também conhecido como espinha de peixe, que é construído baseado na utilização dos 6Ms, mão de obra, máquinas, meio ambiente, métodos, medição e materiais.

Seleme e Stadler (2012, p. 44) afirmam que existem uma terceira ferramenta que pode ser utilizada para a construção do PDCA, é os cinco porquês, essa ferramenta proporciona apoio durante a verificação da causa da problemática analisada, apresenta como finalidade constatar a causa verídica do problema em questão utilizando a metodologia de uma pergunta comum (porquê) sugerindo elucidações aceitáveis.

2.4 Parâmetros físico-químicos

Silva (2018) afirma que estudar os componentes presentes no sal que é comercializado é um fator obrigatório para a determinação do controle de qualidade e sanitário nas salinas, as análises que são realizadas para verificar os componentes físico-químicos são utilizadas para determinar as informações nutricionais e validar se existe algum elemento que possa comprometer a saúde humana ou animal.

Segundo Lopes (2019), parâmetros físico-químicos são atributos que são agregados a produtos ou componentes com o intuito de atribuir características específicas, a fim de que sejam alcançadas especificações ideais para que seja possível o consumo de determinado produto. O sal, no qual é o produto estudado nesse trabalho, faz uso de determinados componentes, os principais componentes utilizados nos diversos processos de fabricação do sal serão descritos a seguir.

Quadro 1: Análises químicas

ANÁLISES QUÍMICAS		
Parâmetro	Unidade	Especificação
Iodo metalóide (I_2)	ppm	≥ 15 e $\leq 45^{***}$
Ferrocianeto de sódio ($Na_4Fe(CN)_6 \cdot 10H_2O$)	ppm	≥ 5 e ≤ 10

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

2.4.1 Iodo metalóide

Segundo Vanacor (2007), o iodo é um componente adquirido através do consumo de alimentos e é absorvido durante a trajetória que é realizada no trato gastrintestinal, sendo transformado em íon iodeto antes de acontecer a absorção.

Ainda de acordo com Vanacor (2007), o iodo que é adquirido por meio dos alimentos é produzido no solo, ambiente em que os alimentos se desenvolvem, já o iodo que está disposto na crosta terrestre é obtido através do processo de glaciação e inúmeras inundações, seguindo para a água do mar, o que significa que a água marinha apresenta altos índices de iodo.

Romero e OR (2012) afirmam que o iodo é um componente de suma importância para o progresso mental e físico, pode ser absorvido através de alimentos advindos da água marinha ou região marinha, como também do próprio sal, a insuficiência de iodo no organismo pode desencadear inúmeras disfunções. Nos seres humanos adultos, por exemplo, pode desencadear o bócio, que é responsável pelo crescimento da glândula tireóide.

2.4.2 Ferrocianeto de sódio

Segundo Belmiro (2019), o ferrocianeto de sódio é um componente que quando adicionado aos elementos desejados, age como uma propriedade antiumectante, diminuindo a possibilidade da absorção da água, e apresenta capacidade anti-aglomerante, impedindo que as partículas se unam quando iniciarem qualquer contato com o meio aquoso.

Para Nascimento (2017), durante a fabricação do sal deve existir uma etapa que garanta a diminuição da umidade e união das partículas do produto fabricado, para atender esses parâmetros é adicionado o componente ferrocianeto de sódio, pois suas propriedades fornecem a capacidade de atender os requisitos estabelecidos para o controle de qualidade.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será exposta a classificação da metodologia usada e proposta para realização deste estudo e as etapas que foram executadas para a construção do trabalho.

3.1 Classificação Da Pesquisa

Este trabalho pode ser caracterizado como sendo de natureza aplicada, os objetivos do estudo são exploratórios e descritivos, apresentando uma abordagem quantitativa e utilizando o método de estudo de caso. Turrioni e Mello (2012) entendem a definição dessas caracterizações da seguinte maneira:

A natureza do estudo mostra-se como aplicada, pois o desejo de execução é prático, sendo assim, os dados que forem obtidos através dos processos realizados serão estudados para que seja possível a identificação dos aspectos que podem ser melhorados nos processos e as mudanças que são cabíveis para que as atividades se tornem mais vantajosas para a empresa.

Em relação aos objetivos, o trabalho pode ser categorizado como exploratório e descritivo, em razão de que as análises realizadas proporcionaram a definição dos problemas e aspectos que devem ser aperfeiçoados nos processos realizados, sendo possível também a implementação de novos processos que irão contribuir com a evolução para o alcance de resultados.

O estudo em questão possui uma abordagem quantitativa, já que a partir dos dados coletados através das atividades que são realizadas rotineiramente torna-se viável realizar um levantamento e analisar, através de softwares estatísticos e planilhas eletrônicas, todos os aspectos que estão causando oscilação nos resultados obtidos e o que pode ser aperfeiçoado para que se obtenha resultados mais atraentes, deixando os processos que são realizados rotineiramente com mais qualidade.

Em relação ao método utilizado foi o estudo de caso, pois primeiro foi realizado o levantamento dos dados que são gerados através da realização dos processos para identificar os pontos que podem ser aperfeiçoados e as ações que podem ser implementadas, com o objetivo de otimizar as atividades rotineiras e alcançar melhores resultados tendo atividades sendo realizadas de maneira mais qualificada.

A análise de dados seguirá o algoritmo proposto por autores como Montgomery (2017). Assim, a análise deverá compreender a análise do processo (se está sob controle estatístico ou não) e, após a verificação do controle, a análise da capacidade do processo. Após essa etapa, será aplicado o PDCA e desenvolvida a proposição do plano de ação para possíveis itens fora de controle e para melhorar o desempenho do processo.

O campo da pesquisa abrange uma empresa de grande porte do setor salineiro que fica localizada no Rio Grande do Norte. Em relação a análise dos dados obtidos, o estudo foi realizado a partir da necessidade de identificação dos problemas que estavam causando oscilação nos resultados e da otimização dos processos realizados para que seja possível a efetuação de ações mais efetivas.

A identificação das situações expostas teve como parâmetros os dados que foram obtidos através do histórico de realização das operações e os dados que são gerados a partir dos processos realizados. O trabalho foi realizado em uma empresa que apresenta atuação no mercado salineiro, tendo como finalidade de existência a extração e o beneficiamento do sal que é produzido através do mar. O período em que a pesquisa foi desenvolvida contempla o período de julho a outubro de 2022.

3.2 Etapas Da Pesquisa

A primeira etapa que foi realizada para construção do estudo foi a identificação do problema a ser analisado. O problema nesse trabalho foi a procura por meios que contribuíssem para a otimização e melhoria na assertividade do processo do intermodal e a análise dos componentes físico-químicos utilizados na produção, com o intuito de propor melhorias caso os componentes estivessem fora dos padrões da qualidade.

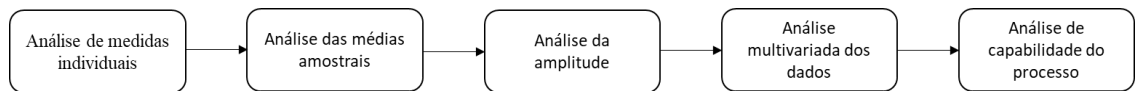
A segunda fase foi a coleta dos dados que eram necessários para a realização da pesquisa. Foi realizado o compilado dos dados referentes a três meses de operação intermodal, no qual informam a quantidade de unidades de containers que foram projetados para envio e a quantidade de unidades que foram enviadas. Também foi realizada a coleta referente aos dados dos componentes físico-químicos da composição do sal, para isto, foi coletada uma amostra de 30 unidades de resultados que informam os valores dos componentes que se apresentam na composição do produto durante essa coleta era feita diariamente durante 30 dias.

Na terceira etapa foi efetuada a construção de um levantamento bibliográfico, no qual se deu através da busca em base de dados e a consideração de estudos dos principais autores, data de realização de estudo e técnicas utilizadas para possibilitar o controle das operações e a melhoria das atividades executadas.

Na quarta, foi aplicada a ferramenta da qualidade PDCA para realizar a análise e verificar quais etapas do projeto podem sofrer melhorias, foram definidas como essas melhorias serão efetuadas e acompanhou-se o desempenho das etapas do processo para verificar se a aplicação da ferramenta foi eficiente e gerou melhorias para o processo.

Por fim, na quinta e última etapa, foi aplicada a ferramenta da qualidade Controle Estatístico do Processo (CEP) para analisar se os resultados obtidos referentes aos resultados de índice de concentração na fabricação do produto estavam dentro dos limites estabelecidos pela equipe de qualidade da salina, foram gerados também gráficos através da ferramenta Hotelling T2 control chart, para realizar a análise multivariada dos dados e a análise de capacidade do processo, para identificar possíveis causas especiais sugerindo, assim, ações que podem ser tomadas para a assertividade do processo. Abaixo, segue a Figura 3 ilustrando as etapas seguidas para a análise utilizando o controle estatístico do processo (CEP).

Figura 3: Etapas da aplicação do controle estatístico do processo (CEP)



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

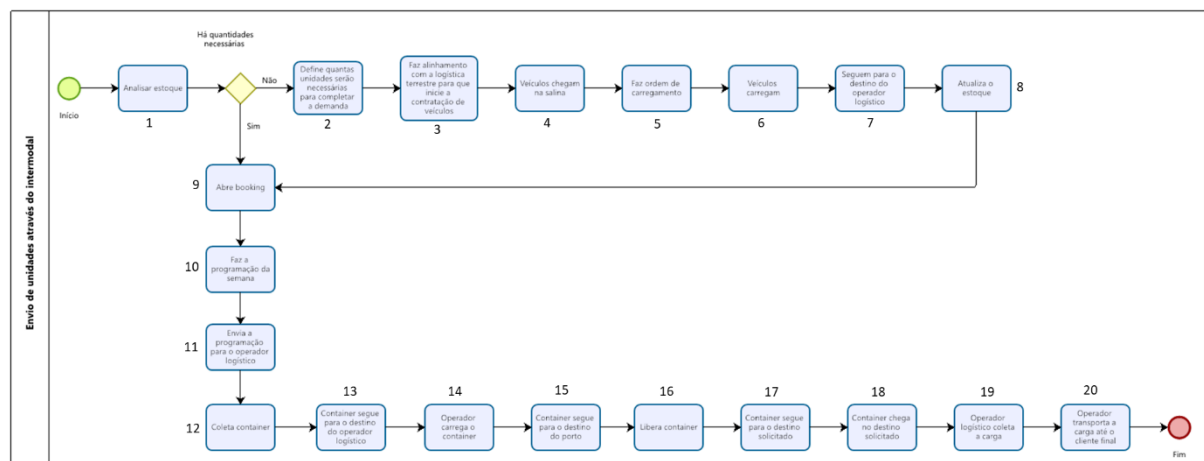
4 RESULTADOS

Neste capítulo será exposto os resultados obtidos com as coletas dos dados desejados e as análises que foram realizadas com o propósito de alcançar o objetivo proposto.

4.1 Descrição do processo do intermodal

O processo de envio de sal através do intermodal acontece por meio de 20 etapas, envolvendo desde a análise do estoque até a entrega do produto até o cliente. As atividades que compõem essas etapas devem ser analisadas, para realizar a verificação das melhores decisões e tornar o processo mais assertivo. Na Figura 4 é possível visualizar o mapeamento da operação.

Figura 4: Envio de unidades através do intermodal



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A primeira etapa da operação consiste na análise do estoque que fica em um operador logístico, o qual é responsável por auxiliar na parte marítima da operação. No início da semana é definido qual cliente deve ser atendido na semana posterior, então é realizada a análise do estoque para verificar quantas unidades estão estocadas e definir se a quantidade é suficiente para atender a demanda, então é realizada a tomada de decisão para definir se é necessário o envio mais unidades ou não.

De acordo com a análise realizada e a definição obtida [2], a equipe que compõe a logística terrestre deve ser informada se será necessário contratar veículos para enviar mais unidades do produto para o estoque do operador logístico [3]. Se o estoque for suficiente para suprir a demanda, então a logística terrestre vai realizando contratações conforme for aparecendo disponibilidade de veículos no decorrer da semana, se a quantidade não for

suficiente, então é determinado quantos veículos devem ser contratados até o meio da semana para que consiga atender o pedido.

Dessa forma, a logística entra em contato com os motoristas que circulam na rota entre a salina e o destino do operador logístico, contrata os veículos e eles seguem a caminho da salina [4]. Ao chegar na salina, os motoristas sinalizam para a equipe de faturamento o momento de chegada e é realizada a ordem de carregamento [5], no qual contém as informações necessárias para a equipe de carregamento ficar informada de qual produto será transportado pelo veículo em questão.

Então os motoristas aguardam a vez de entrar na parte interna da salina, pois essa etapa é estabelecida pela ordem de chegada na salina, para que seja realizado o carregamento do produto estabelecido. Ao chegar na área em que é feito o carregamento, o motorista entrega a ordem de carregamento para o responsável pela produção do produto e é informado qual será o produto que o veículo irá carregar, sendo assim, é realizado o carregamento do veículo [6].

Após o carregamento, o motorista segue com o veículo para a entrada da salina, pois a equipe do faturamento irá entregar os documentos necessários para que o motorista possa seguir viagem [7]. Em seguida, o motorista é liberado e segue para o destino do operador logístico. Ao chegar no destino, o motorista aguarda a vez de adentrar para o interior das instalações do operador logístico no qual irá descarregar todo o produto e estocar as unidades, em seguida o motorista é liberado para que possa dar prosseguimento aos seus trabalhos.

Em seguida, o controle do estoque deve ser atualizado pela equipe da logística marítima [8], para que seja estabelecidas quantas unidades serão possíveis enviar para o cliente, após estabelecer as quantidades, é realizada a abertura do Booking [9], que consiste na solicitação da quantidade de vagas que serão utilizadas no navio que será utilizado na semana posterior e o destino que serão enviadas as unidades solicitadas. Essas vagas são referentes a quantidades de containers que serão enviados para os clientes.

Após a abertura do Booking, a equipe da logística marítima faz uma programação [10] contendo o número do Booking que as unidades serão enviadas, a quantidade de containers que serão enviados, o tipo de produto, cliente e as notas fiscais que serão enviadas. Essa programação é enviada para o operador logístico [11], pois a partir dessas informações será iniciado o processo de coleta de containers.

O operador logístico solicita veículos da base de operações para dar início a coleta das unidades, então os veículos seguem para o porto [12], a coleta dos containers vazios, em seguida seguem para a base de operações onde estão estocados os produtos [13]. Ao chegar na base os containers são carregados com as quantidades necessárias de produtos [14] e, posteriormente,

seguem novamente para o porto [15], para entregar as unidades cheias e depositar no local destinado para cada navio, esse processo é feito até cumprir todas as unidades estabelecidas.

Ao finalizar todas as coletas e todas as unidades forem depositadas no porto, a equipe da logística marítima deve realizar a liberação dos containers que foram enviados [16], essa liberação consiste no envio da relação que contém a identificação de cada containers e o número das notas fiscais dos produtos que estão em cada container enviado, agregado a esta relação devem ser enviadas todas as notas fiscais e os arquivos das notas fiscais no formato XML para o operador logístico responsável pelos navios que serão utilizados para transportar as cargas, para que seja feito o controle das unidades.

Ao liberar todas as unidades, os containers embarcam no navio e seguem viagem até o destino solicitado [17], ao chegar no destino solicitado [18], outro operador logístico coleta os produtos que foram transportados nos containers e segue para a sua base de operações [19]. Esse operador logístico é responsável por realizar a entrega dos containers ao cliente através de transporte ferroviário.

Por fim, a equipe da logística marítima faz o agendamento das entregas ao cliente e faz o alinhamento com o operador logístico, então são enviadas as documentações necessárias e o operador logístico segue com os produtos e as documentações para o destino do cliente [20], o qual descarrega o produto solicitado e, em seguida, segue retornando para a base de operações e, após realizar todas as entregas, o processo está finalizado.

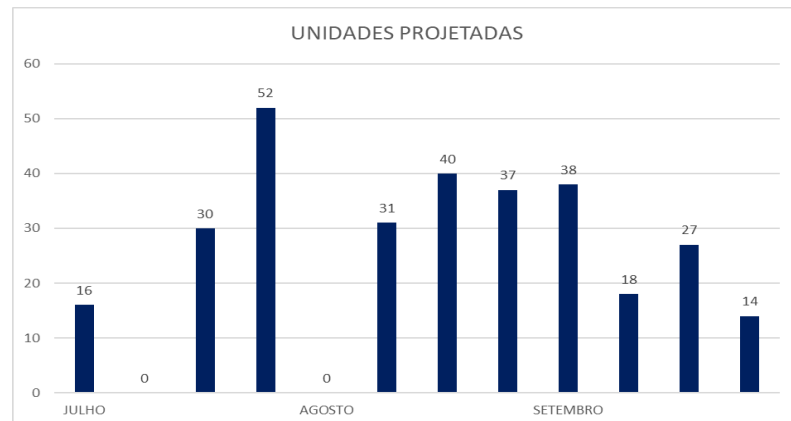
4.2 Dados coletados sobre as unidades projetadas e realizadas

Conforme explanado acima, o planejamento semanal de cada mês é realizado levando em consideração a quantidade que o cliente deseja receber de produtos até o final do mês parcelando, assim, as quantidades de envios em cada semana, e a quantidade que está disponível no estoque do operador logístico, pois deve existir uma quantidade considerável para que a operação seja iniciada sem existir travas por esperar a carga chegar até o operador logístico.

O controle dos envios semanais de cada mês é feito conforme vai encerrando cada semana, para este controle são utilizadas três informações: a quantidade de unidades que foram projetadas para a semana, a quantidade de unidades que foram possíveis serem realizadas e os motivos que motivaram o não cumprimento da programação semanal.

Esse controle foi realizado no decorrer dos meses Julho, Agosto e Setembro, com o intuito de analisar os possíveis pontos de melhorias, para que seja traçado um plano de ação e as programações sejam realizadas de maneira mais assertiva e com maior eficiência de entrega. O Gráfico 1, que é referente as quantidades que foram projetadas para as semanas.

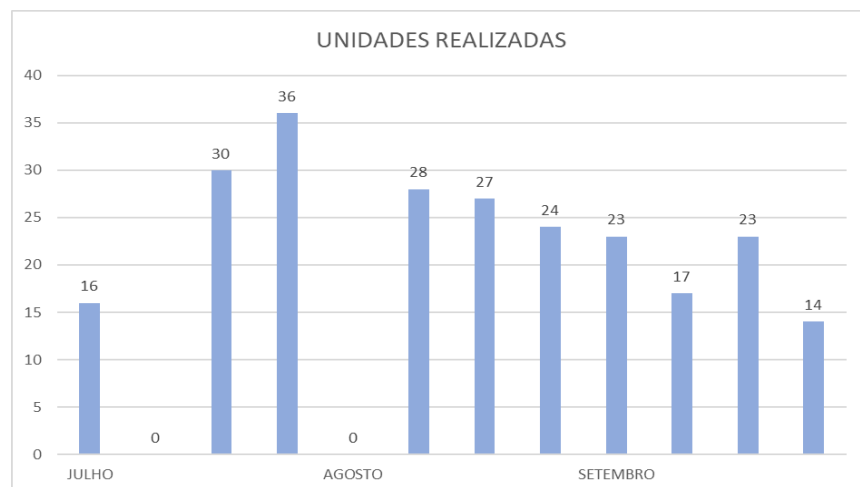
Gráfico 1: Unidades projetadas



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O Gráfico 2 fornece as informações das unidades que foram realizadas.

Gráfico 2: Unidades realizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 1 e Gráfico 2, 75% (setenta e cinco por cento) decisões tomadas em relações as unidades que foram projetadas para as semanas não foram realizadas completamente. A Quadro 2 apresenta as justificativas que motivaram o não cumprimento da programação.

Quadro 2: Unidades projetadas, realizadas e justificativas

MÊS	SEMANA	UNIDADES PROJETADAS	UNIDADES REALIZADAS	JUSTIFICATIVA
JULHO	1ª	16	16	-
	2ª	-	-	FALTA DE NAVIO
	3ª	30	30	-
	4ª	52	36	EFICIÊNCIA SALINA
AGOSTO	1ª	-	-	FALTA DE NAVIO
	2ª	31	28	DESVIO PARA OUTRO CLIENTE
	3ª	40	27	FALTA DE CARGA
	4ª	37	24	OPERADOR NÃO ENVIOU VEÍCULO
SETEMBRO	1ª	38	23	OPERADOR NÃO ENVIOU VEÍCULO
	2ª	18	17	FALTA DE CARGA
	3ª	27	23	FALTA DE CARGA
	4ª	14	14	-

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Dessa forma, a falta de atendimento se deu por 5 (cinco) tipos de justificativas que impediram o cumprimento da programação foram eles: Falta de navio, Eficiência na salina, Desvio para outro cliente, Falta de carga, Operador não enviou veículo.

O primeiro motivo, a falta de navio, se deu pela razão da empresa marítima utilizada não disponibilizar navio na semana em questão, esse tipo de situação geralmente acontece quando algum navio da empresa atrasa a viagem, sofre problemas mecânicos, entre outras questões, então em virtude de imprevistos internos a empresa não disponibiliza navio.

A segunda justificativa, eficiência salina, ocorreu pelo fato de alguns equipamentos estarem danificados na semana em questão, impossibilitando o uso e, consequentemente, comprometendo os envios semanais, pois a capacidade de produção foi reduzida, o tempo de carregamento dos veículos foi reduzido e as unidades projetadas não foram possíveis serem entregues a tempo para suprir o estoque do operador logístico.

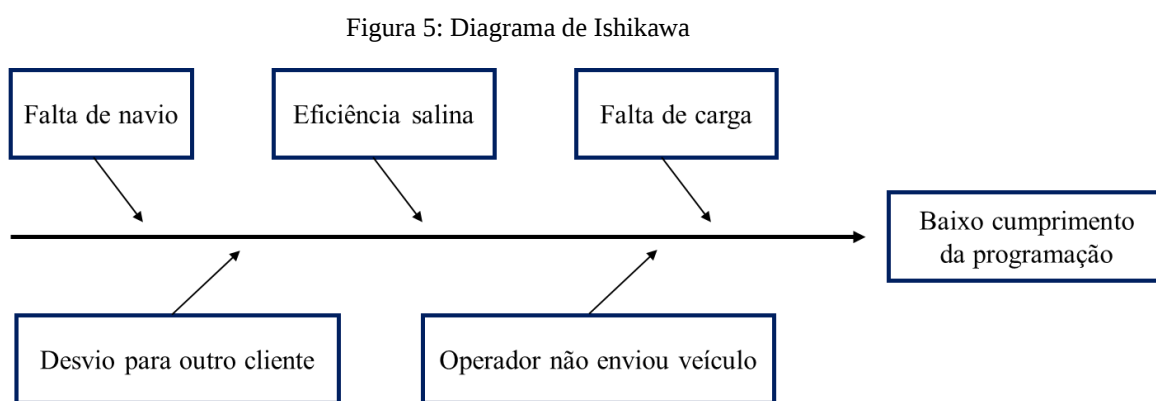
O terceiro fator, desvio para outro cliente, se deu pela razão de um cliente consideravelmente importante, o qual necessita ser atendido com eficiência para que o vínculo não seja comprometido, sinalizar uma alta demanda na semana em questão, a rota que este cliente está inserido é a mesma rota que os veículos realizam para chegar até o operador logístico que auxilia nas operações marítimas, então grande parte dos veículos foram direcionados para o atendimento do cliente em questão e a operação marítima operou com a quantidade que tinha em estoque.

O quarto motivo, falta de carga, ocorreu pelo fato de que a logística terrestre não obteve sucesso nas contratações planejadas e pela necessidade de atendimento do cliente que pertence a mesma rota do operador logístico, então por não ter unidades estocadas suficientes para cumprir a programação, a operação apresentou não eficiência.

Por fim, a justificativa de operador não enviou veículo, a ineficiência da operação foi motivada pelo fato de que a operação contou com a oferta de uma determinada quantidade de veículos que o operador logístico sinalizou que iria enviar para cumprir a operação da semana, porém o operador não enviou os veículos que foram alinhados e, assim, comprometeu a operação, pois não havia unidades suficientes no estoque para completar os envios da semana.

4.3 Aplicação do PDCA

Para identificar as origens das falhas que motivaram 75% (setenta e cinco por cento) da programação realizada nos três meses analisados não ser cumprida 100% (cem por cento) foi utilizada a ferramenta do controle da qualidade chamada diagrama de Ishikawa que, por sua vez, também é conhecida por diagrama de causa-efeito. A utilização da ferramenta pode ser observada na Figura 5.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Observou-se que os fatores referentes ao baixo cumprimento da programação do intermodal estão relacionados a eficiência dos operadores logísticos, pois o operador logístico que é responsável pelo transporte marítimo não ofertou navio e outro operador logístico não disponibilizou os veículos para realizar a operação de deslocamento. Os demais fatores estão relacionados a eficiência da salina e ao atendimento de outro cliente, pois em virtude disso não foi possível abastecer o estoque do operador logístico de modo que fosse suficiente para cumprir a programação previamente estabelecida.

Diante disso, foi elaborado um plano de ação, utilizando a ferramenta auxiliar 5W1H, com a finalidade de propor para a empresa possíveis soluções, atividades que possam auxiliar na melhoria do processo, diminuindo e, até, eliminando as falhas que foram identificadas no decorrer do estudo através do diagrama de Ishikawa e as oscilações que foram observadas.

Para a elaboração do plano de ação foi realizada uma reunião com a equipe da logística marítima e a logística terrestre, com o intuito de realizar o alinhamento e todos analisarem os processos e opinarem em relação aos fatores que podem ser melhorados e como podem ser melhorados para, dessa forma, as duas equipes trabalhem juntas e obtenham melhores resultados.

Com o alinhamento pelas duas equipes foi possível destacar aspectos que podem impactar negativamente no processo e até dificultar a operação, gerando retrabalho e insatisfação de ambas as partes. Então os pontos propostos foram que seja feita uma análise das demandas das semanas posteriores, pois a logística sempre trabalha para atender o presente e o futuro, já que alguns clientes possuem contrato de grandes volumes que devem ser atendidos no decorrer do mês.

Com a análise, foi possível definir também que as unidades referentes ao cliente do intermodal devem ser enviadas até o meio da semana posterior, levando em consideração que existe todo um processo de coleta de containers e traslado até o porto, com isso, pode visualizar o plano de ação na Figura 6.

Figura 6: Plano de ação das melhorias propostas

PLANO DE AÇÃO					
O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Porque?	Como?
Realizar programação determinando a quantidade de veículos que serão destinados para cada cliente	Supervisor de logística	No final da semana anterior	Na empresa	Possibilidade de atender todos os clientes	Analisando as demandas dos clientes
Enviar mais veículos no início da semana	Logística terrestre	Por dia	Na empresa	Para as cargas do marítimo chegarem a tempo para o embarque	Alinhamento
Enviar veículos que suportam maior capacidade de unidades	Logística terrestre e marítima	Por dia	Na empresa	Aumentar de maneira mais rápida as unidades estocadas no operador	Alinhamento e controle de capacidade de envio

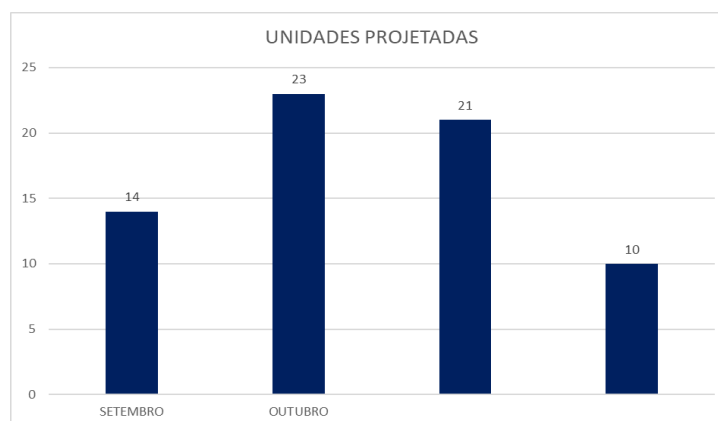
Enviar carros constantemente todos os dias	Logística terrestre e marítima	Por dia	Na empresa	Para fidelizar os motoristas e abastecer o estoque	Contratando veículos
Não enviar todas as unidades do estoque em uma semana, deixar uma margem para a próxima semana	Logística marítima	Na semana em questão	Na empresa	Para não travar o início da operação da semana posterior por falta de unidades	Abrindo um Booking com quantidade menor de unidades
Abrir o Booking com a quantidade de unidades que tem disponível em estoque	Logística marítima	Na semana anterior	Na empresa	Não abrir com muitas unidades e não ser possível atender devido imprevistos	Analisando o estoque atualizado
Aumentar a quantidade de unidades do Booking apenas se as unidades já estiverem no estoque	Logística marítima	Na semana em questão	Na empresa	Para que consiga cumprir o planejamento realizado	Analisando o estoque atualizado

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Após a elaboração do plano de ação foi realizada outra reunião com a equipe da logística terrestre e a logística marítima, dessa vez para apresentar o plano de ação que foi elaborado e, assim, concretizar como deverão ser feitas as tomadas de decisões com o plano de ação em vigor.

Com a implementação do plano de ação para as melhorias dos processos da empresa, foi realizada um acompanhamento dos resultados durante 1 (um) mês e, ao compilar os dados referentes ao período analisado, foi perceptível a melhoria no processo em questão, pois as falhas no processo referentes ao não atendimento completo da programação deixou de existir. No Gráfico 3 e Gráfico 4 podem ser visualizados os resultados obtidos após a implementação do plano de ação.

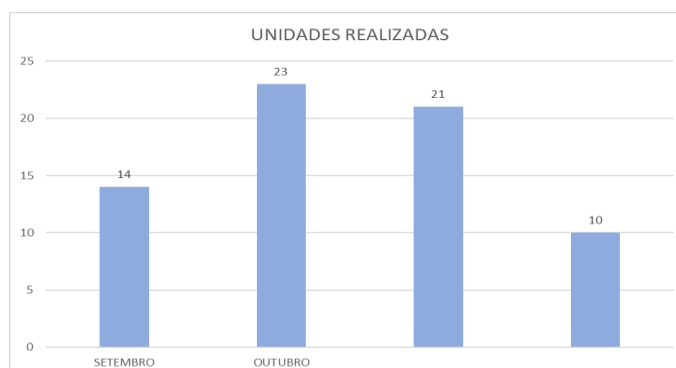
Gráfico 3: Unidades projetadas



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com disso, é possível observar que após a implantação das melhorias que foram propostas e alinhadas pelas duas equipes, foi possível alcançar a eliminação de 75% (setenta e cinco por cento) das falhas no processo durante a análise das 4 (quatro) semanas que sucederam aplicação das ações.

Gráfico 4: Unidades realizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

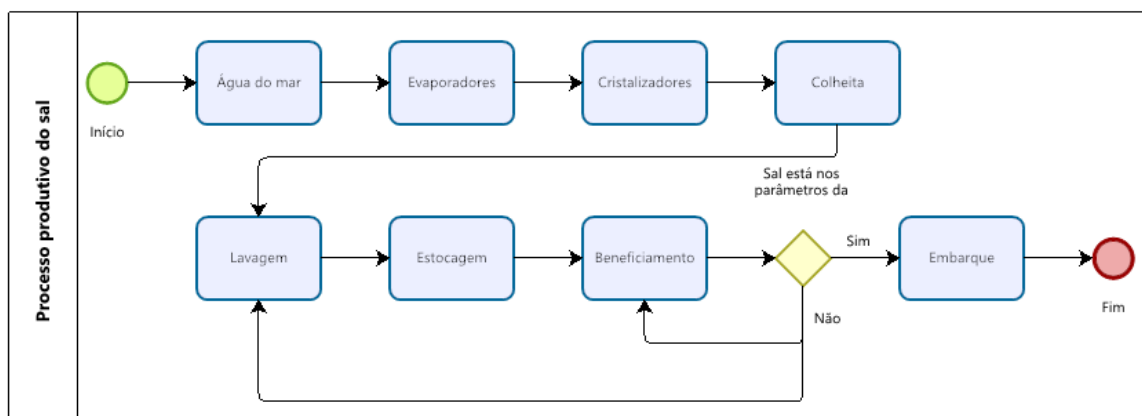
Obtendo, assim, um processo mais eficiente, satisfatório e aproveitando melhor a capacidade analítica dos colaboradores pertencentes as duas equipes de logística.

4.4 Descrição do processo produtivo do sal

O processo produtivo do sal é composto por várias etapas, por mais que as etapas sejam realizadas há muito tempo e tem-se um padrão para que o processo seja realizado da maneira mais eficiente, os colaboradores devem ficar atentos para que não ocorra divergências no

momento da realização das tarefas. As etapas do processo produtivo podem ser observadas na Figura 7.

Figura 7: Processo produtivo do sal



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A primeira etapa do processo é a coleta da água no mar, pois o sal é feito através da água marinha, essa coleta é realizada com o auxílio de bombas que bombeiam a água até os tanques de evaporação, nesses reservatórios a água do mar recebe mais calor, além do calor do sol, que auxilia na evaporação da água. A água fica durante um certo período até que evapore e dê início ao processo de cristalização.

O processo de cristalização é lento, mas consiste na formação das pedras sólidas de sal, quando esses sólidos estão formados, é realizada a colheita do sal, no qual o produto é levado até um determinado espaço na salina que é destinado para a estocagem da pilha de sal, que é uma espécie de “montanha” de sal, após essa colheita ter sido finalizada, o sal é lavado, para que as impurezas e sujidades saiam do produto, pois como é um processo realizado ao ar livre, é normal que as sujidades fiquem aderidas ao produto.

Posteriormente a lavagem, o sal é estocado, pois este sal está pronto para ser produzido, após a estocagem ele passa pelo processo de beneficiamento, que consiste no processo que prepara o sal para chegar até o cliente, no beneficiamento é realizada a adição de componentes físico-químicos, que auxiliam para que o produto fique pronto para consumo, as quantidades desses componentes são estabelecidas pela equipe de qualidade.

Após o sal passar pelo processo de beneficiamento, é realizada a coleta de uma amostra, onde essa amostra será analisada no laboratório e a equipe de qualidade irá verificar se os componentes estão dentro dos parâmetros estabelecidos, se os componentes apresentarem valores mais elevados, o sal é lavado novamente e segue o processo até ficar dentro dos

parâmetros, se o produto apresentar concentração abaixo da esperada, o produto volta para a etapa de beneficiamento e feita a adição do componente necessário.

Após o produto estar dentro dos parâmetros estabelecidos, segue para ser embarcado e enviado até o cliente. Nesse trabalho será analisado se os componentes iodo metalóide e ferrocianeto de sódio estão dentro dos parâmetros ideais. O componente iodo metalóide deve se apresentar entre $15 \leq IM \leq 45^{***}$, já o ferrocianeto de sódio deve apresentar concentração $5 \leq FS \leq 10$.

4.5 Aplicação do controle estatístico de processo (CEP)

A análise dos componentes físico-químicos é realizada diariamente, então, a frequência de coleta de amostra foi equivalente a 30 (trinta) dias, os resultados obtidos na coleta podem ser observados na Quadro 3 e Quadro 4. Em virtude disso, utilizou-se o gráfico de controle por variáveis, pois é aplicado quando se deseja obter uma análise de grandezas mensuráveis, estudando o comportamento de variáveis inseridas no processo produtivo.

Quadro 3: Amostras do Iodo metalóide

AMOSTRAS IODO	C
1	30,7
2	31,1
3	29,5
4	23,8
5	27,8
6	35,5
7	41,4
8	43
9	39,1
10	33,7
11	27,7
12	29,1
13	31,1
14	33,2
15	37,8
16	43,1
17	37,5
18	37,3
19	35,7
20	24,3
21	25,2
22	32
23	41,4
24	42
25	42,5

26	42,5
27	40,7
28	39,2
29	39,2
30	37,3

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Quadro 4: Amostras do Ferrocianeto de sódio

AMOSTRAS FERROCIANETO	C
1	9,5
2	8,3
3	8
4	7,8
5	9,3
6	9,6
7	10
8	10
9	9,3
10	8
11	8,6
12	8,5
13	8,8
14	9,3
15	9,8
16	10
17	8,6
18	10
19	10
20	7,1
21	5,6
22	9,2
23	10
24	10
25	10
26	10
27	10
28	10
29	10
30	10

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com a utilização do software excel foi possível obter os gráficos de controle que estão expostos no Gráfico 6, referente a análise do componente iodo metalóide, e no Gráfico 7,

referente a análise do componente Ferrocianeto de Sódio. Pode-se observar que ambos os gráficos apresentam dados que estão sob controle estatístico, pois suas variáveis não ultrapassam os limites estabelecidos pelo controle de qualidade da indústria, que para o iodo metalóide foram estabelecidos limites de $15 \leq IM \leq 45^{***}$, e para o ferrocianeto de sódio foram estabelecidos os limites de $5 \leq FS \leq 10$. Abaixo pode ser visualizado o Quadro 5 com as estatísticas descritivas dos componentes.

Quadro 5: Amostras do Ferrocianeto de sódio

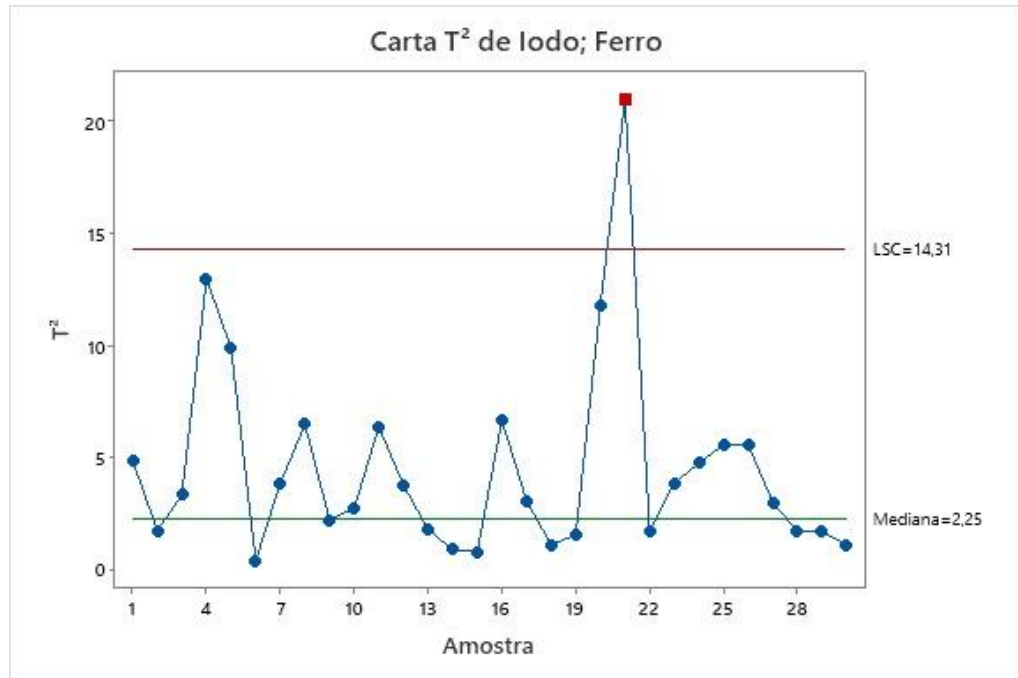
COMPONENTES	iodo	FERROCIANETO
MENOR VALOR	23,8	5,6
MAIOR VALOR	43,1	10
MÉDIA	35,1	9,2
MEDIANA	36,5	9,6
DESVIO PADRÃO	6,0	1,1

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4.5.1 Análise multivariada do processo

Iniciando as análises por meio das amostras coletadas, em relação aos limites pode-se perceber que existe muita variação ao longo dos dias estudados, essas variações podem acontecer por inúmeros fatores, um deles é fator clima/tempo, pois se estiver um tempo chuvoso os resultados coletados através das amostras laboratoriais vão apresentar alterações em relação a um dia que esteja fazendo sol normalmente. A seguir pode ser visualizado o Gráfico 5, referente a análise multivariada do processo.

Gráfico 5: Análise multivariada do processo



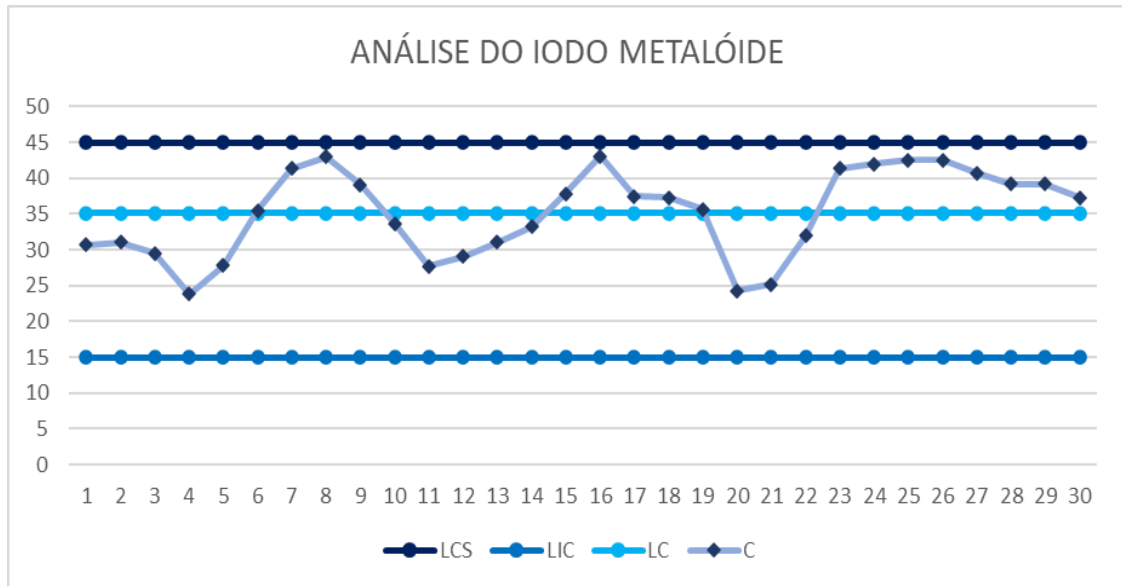
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O gráfico T² de Hotelling que pode ser observado através do Gráfico 5, permite a realização da análise que a amostra [21] apresenta-se fora de controle, pois se encontra acima da média estabelecida para o estudo, ou seja, significa que o processo não está totalmente controlado, porém ao analisar o gráfico como todo, essa dispersão é um caso isolado dentro das amostras coletadas durante os estudos.

4.5.2 Análise CEP do Iodo metalóide

Inicialmente foi feita a análise de medidas individuais utilizando como limites as especificações do iodo. No segundo momento, os limites foram calculados considerando os próprios valores coletados (apresentados na tabela 2) e, no terceiro momento, realizou-se a análise da capacidade, observando o Cp e Cpk.

Gráfico 6: Análise do iodo metalóide

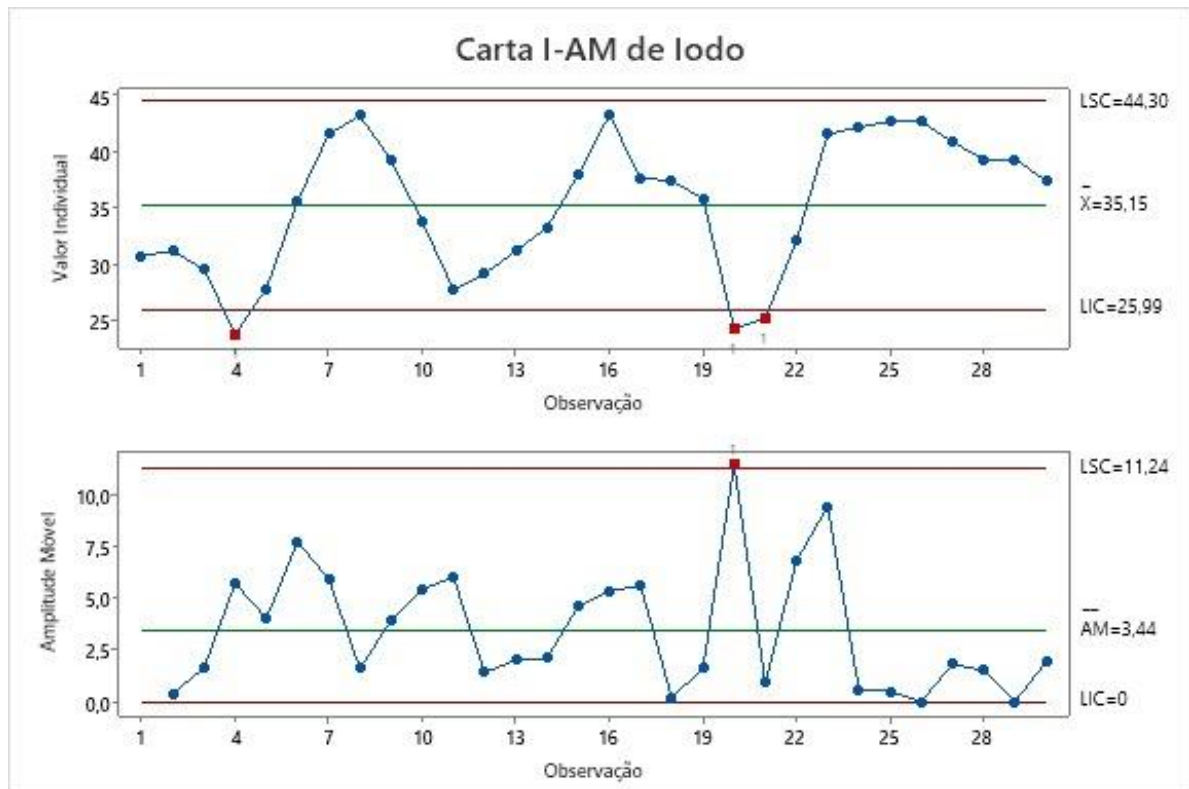


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Analisando o Gráfico 6, é perceptível quem em alguns dias os componentes apresentaram valores que chegaram bem próximos ao limite superior, foram os dias 8, 16, 23, 24, 25 e 26. Essa situação exige cuidado e atenção para os próximos dias produção, pois se as amostras apresentarem valores acima do limite máximo estabelecido o produto terá que voltar para o início do processo produtivo para que seja realizada a redução desse valor, ou seja, consequentemente gera um retrabalho e atraso da produção.

Se as amostras apresentarem valores abaixo do limite mínimo o produto também terá que voltar para a etapa do processo produtivo em que esse componente é adicionado e adicionar a quantidade necessária do componente. Abaixo segue o Gráfico 7, referente a análise das médias amostrais e amplitude do processo.

Gráfico 7: Análise das médias amostrais e amplitude

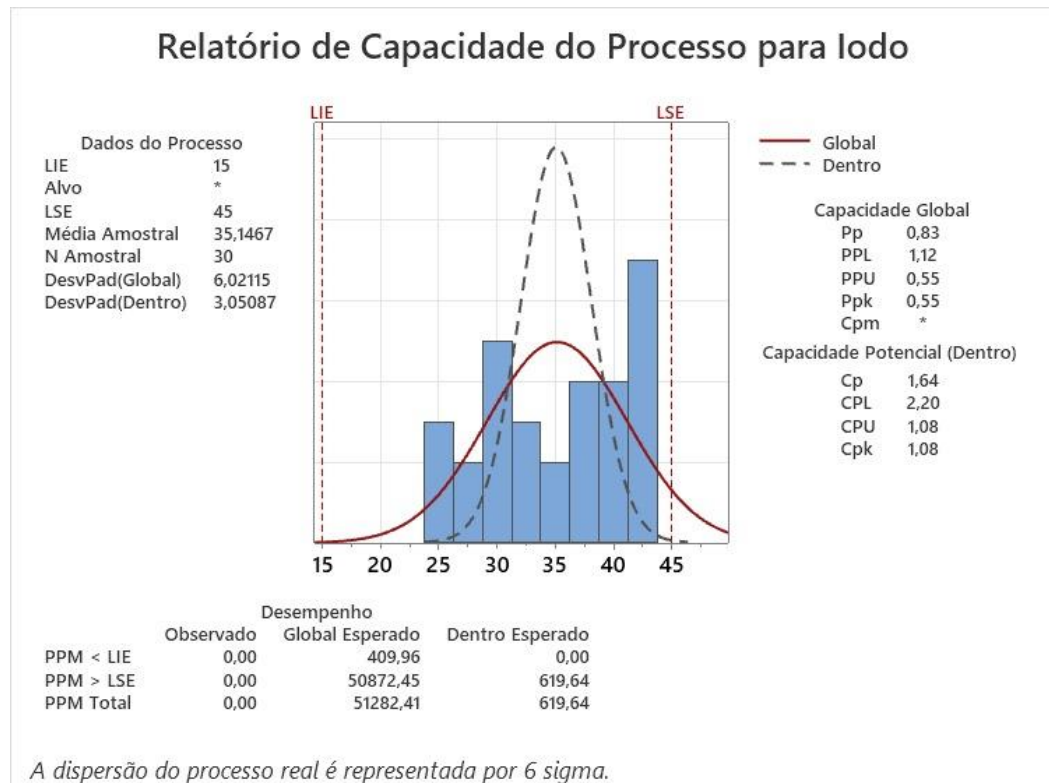


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Analisando o Gráfico 7, percebe-se que as amostras de iodo metalóide [4], [20] e [21] ficaram fora do limite de controle inferior (LCI) do processo em questão, o que indica que o processo não está sob controle. Esse comportamento ocorreu devido os fatores climáticos ocorridos na região durante o período de coleta das amostras, pois a incidência de chuvas afeta diretamente nas concentrações utilizadas dos componentes para que o sal se mantenha no padrão ideal.

O Gráfico 7 é responsável por mostrar, também, o comportamento das amostras em relação a amplitude do processo, com ele é possível visualizar que a amostra [20] ficou fora do limite de controle superior (LSC), indicando que o processo necessita de ajustes e melhorias. A seguir, o Gráfico 8 irá apresentar a análise de capacidade do processo.

Gráfico 8: Capacidade do iodo metalóide



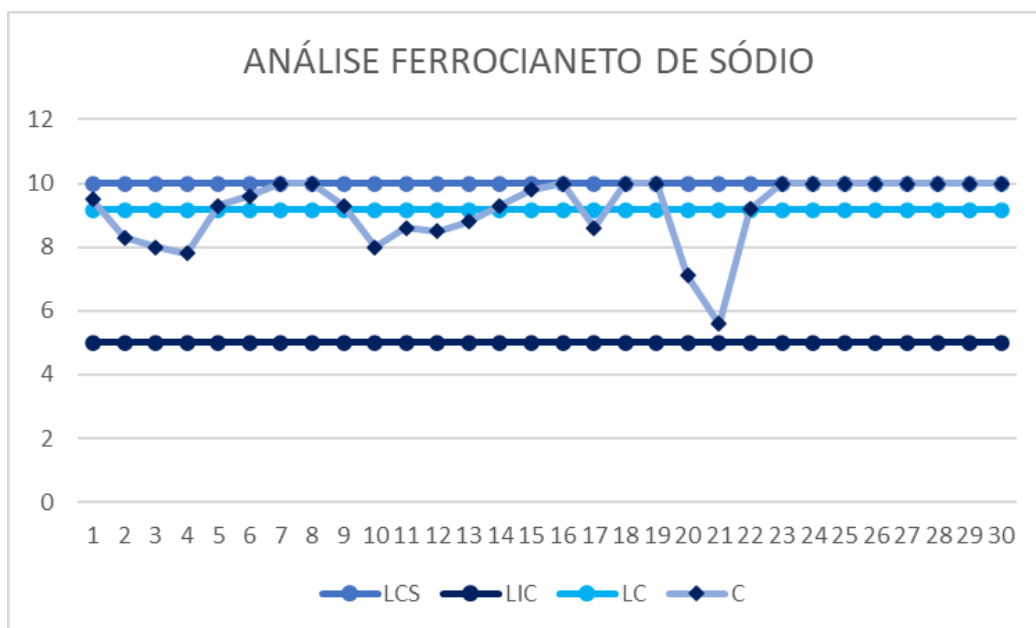
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

De acordo com os resultados obtidos ao gerar o gráfico para analisar a capacidade das amostras referentes ao iodo, é possível perceber que o $C_p = 1,64$ e o $C_{pk} = 1,08$, ou seja, o $C_{pk} < C_p$, de acordo com Montgomery (2016), significa que o processo em questão apresenta comportamento descentrado. O C_p obtido na análise apresenta valor igual a $C_p = 1,64$, o que significa que o resultado obtido é ideal para o processo, porém o C_{pk} apresenta valor $C_{pk} = 1,08$, que por ser inferior a 1,33, o valor adotado como ideal para indústria, o processo não está dentro das especificações ideais e precisa de melhorias.

4.5.3 Análise CEP do Ferrocianeto de sódio

Inicialmente foi feita a análise de medidas individuais utilizando como limites as especificações do ferrocianeto. No segundo momento, os limites foram calculados considerando os próprios valores coletados (apresentados na tabela 3) e, no terceiro momento, realizou-se a análise da capacidade, observando o C_p e C_{pk} .

Gráfico 9: Análise do Ferrocianeto de Sódio

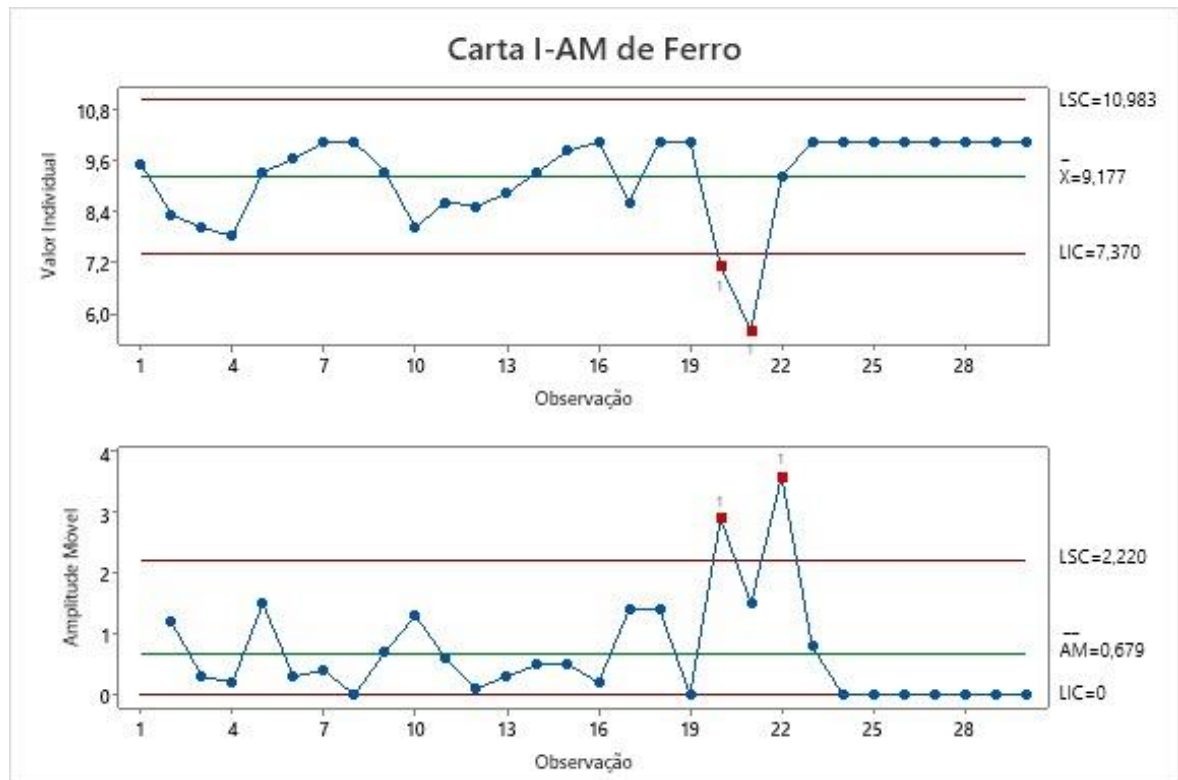


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Observando o Gráfico 9, percebe-se que as amostradas apresentam variação no decorrer dos dias e que em determinados dias apresentaram valores bem próximos do limite e até no limite estabelecido. Os dias 1, 6, 7, 8, 15, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 apresentaram valores muito próximos e iguais ao limite máximo estabelecido, o que deve ser redobrada a atenção, pois se tivesse ultrapassado o limite os produtos iriam ter que passar pelo processo produtivo novamente para que o valor fosse reduzido.

Ainda sobre o Gráfico 9, no dia 21 a amostra apresentou valor bem próximo ao estabelecido, o que já ocasiona em uma atenção ao processo, pois caso desse abaixo, teria que fazer a adição do componente. Apesar do produto necessitar da adição do componente, o processo de adição do componente é menos prejudicial a eficiência da linha de produção em relação ao processo de redução do componente, pois para reduzir o componente existem situações que o produto necessita ficar em repouso alguns dias, para que o componente alcance o valor desejado, o que, consequentemente, atrasa mais a entrega do produto. A seguir, pode ser visualizado o Gráfico 10, referente a análise das médias amostrais e amplitude do processo.

Gráfico 10: Análise das médias amostrais e amplitude do processo

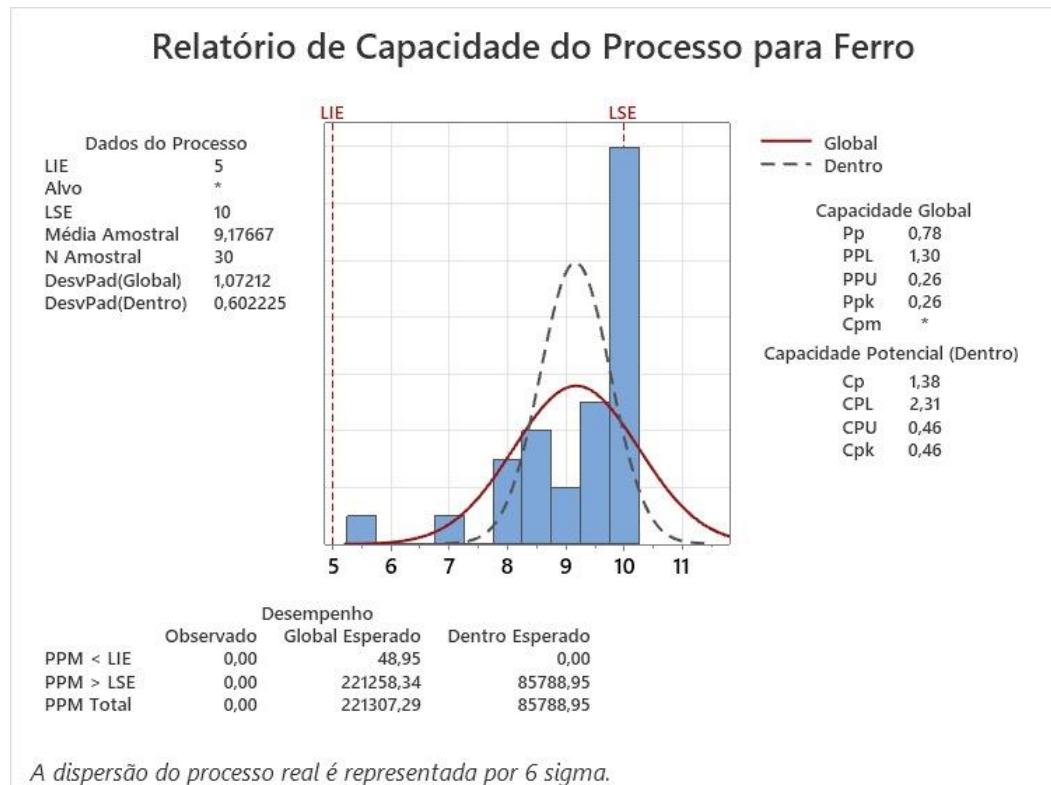


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Como pode ser visualizado no Gráfico 10, o gráfico das médias é responsável por mostrar o comportamento dos dados em relação aos limites estabelecidos para o processo analisado. Com a análise percebe-se que as amostras [20] e [21] estão fora do limite de controle inferior (LCI).

O Gráfico 10, referente a amplitude do processo estudado, mostra que os dados [20] e [22] estão fora do limite de controle superior (LCS) do processo. Assim como o Gráfico 11, os descontroles que foram apresentados nas análises ocorreram por variações climáticas da região no período em que foram realizadas as coletas, influenciando na desconformidade do processo. Abaixo, segue o Gráfico 11, responsável por mostrar a capacidade do processo.

Gráfico 11: Capacidade do Ferrocianeto de sódio



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Ao analisar o Gráfico 11, foi possível detectar, segundo Montgomery (2016), a descentralização do processo, pois o $C_p = 1,38$ e o $C_{pk} = 0,46$, o que significa que o $C_{pk} < C_p$. Neste caso, o C_p apresenta valor dentro das especificações estabelecidas pela indústria, que é $C_p \geq 1,33$, mas como o C_{pk} é inferior a 1 o processo está apresentando resultados fora das especificações, o que significa que o processo precisa de melhorias para estar dentro das especificações ideais.

5 CONCLUSÃO

No trabalho em questão, foram apresentadas algumas ferramentas, a de controle estatístico do processo, ciclo PDCA, diagrama de Ishikawa ou diagrama de espinha de peixe, 5W2H, hotelling T^2 . Essas ferramentas foram utilizadas para analisar as etapas realizadas nos processos e comportamento das concentrações dos componentes físico-químicos utilizados na fabricação do produto.

A logística é um dos processos da indústria que mais gera custos para a empresa, em virtude disso, as operações logísticas merecem uma atenção especial e deve ser bem estruturada, pois deve evitar as falhas nos processos para que o produto chegue até o cliente em perfeitas condições e no tempo estimado.

A fabricação do produto também é um dos processos mais importantes para a indústria, pois é nele em que o produto vai ser produzido, então merece toda atenção para que seus componentes apresentem os percentuais de componentes dentro dos limites estimados, evitando que haja desperdício do produto e atraso na entrega até o cliente.

Para analisar a estrutura atual do processo logístico do intermodal e o comportamento das entregas realizadas através do intermodal e dos componentes físico-químicos, foram utilizadas ferramentas como o diagrama de Ishikawa, 5W2H e gráficos de controle, para avaliar o agrupamento dos dados que foram coletados e verificar o seu estado de controle. Os dados que foram utilizados neste estudo foram referentes aos meses de julho, agosto, setembro e outubro do ano de 2022 (dois mil e vinte dois).

A partir dos dados obtidos foi definido como objetivo realizar o estudo sobre os comportamentos dos parâmetros físico-químicos do sal sob a abordagem do controle estatístico do processo (CEP) e o volume transportado sob a abordagem do ciclo PDCA, focando na fase do check (verificar), onde é realizada a análise e verificação dos dados e comparação dos resultados obtidos após a implementação das ações propostas.

No estudo realizado, foram identificadas as falhas de: falta de navio; eficiência na salina; falta de carga; desvio para outro cliente e operador não enviaram veículo, essas falhas ocasionaram o baixo cumprimento da programação estabelecida para os meses em análise, com a aplicação do ciclo PDCA e auxílio da ferramenta 5W2H foram propostas algumas ações para que o processo fosse melhorado.

As ações propostas de acordo com a aplicação das ferramentas citadas acima foram: realizar programação determinando a quantidade de veículos que serão destinados para cada cliente; enviar mais veículos no início da semana; enviar veículos que suportam maior capacidade de unidades; enviar carros constantemente todos os dias; não enviar todas as

unidades do estoque em uma semana, deixar uma margem para a próxima semana; abrir o Booking com a quantidade de unidades que tem disponível em estoque; aumentar a quantidade de unidades do Booking apenas se as unidades já estiverem no estoque.

Ao definir as ações citadas acima, as mesmas foram apresentadas a equipe de logística e, em seguida, passaram a ser aplicadas na rotina dos processos logísticos, após a aplicação das ações propostas foi sendo realizado o acompanhamento do processo de envio das unidades através do intermodal por um período de 4 (quatro) semanas, no final do acompanhamento foi constatado que as ações propostas proporcionaram resultados positivos e o processo logístico obteve melhora satisfatória, alcançando o cumprimento de 100% (cem por cento) da programação estabelecida para os envios dos produtos até o cliente.

Os parâmetros físico-químicos foram analisados através do comportamento de 30 (trinta) por meio da utilização de gráficos de controle que permitem a visualização e análise para identificar se as amostras coletadas apresentam-se dentro dos limites estabelecidos pela equipe de qualidade da salina, com a aplicação do controle estatístico do processo, na primeira análise de verificação se as amostras se comportavam dentro dos limites estabelecidos pela indústria foi possível concluir que os dados coletados apresentam comportamentos que permanecem dentro dos limites estabelecidos.

Na segunda etapa de análise dos componentes foi realizada a análise multivariada dos dados, no qual foi possível perceber que existem pontos fora de controle, em relação as amostras de iodo os dados [4], [20], [21] e [22] apresentam-se fora do limite estabelecido, em relação as amostras de ferrocianeto de sódio, assim como as amostras de iodo, os dados [20], [21] e [22] apresentam-se fora do limite estabelecido. O comportamento apresentado se deu por consequência das variações climáticas ocorridas no período em que as coletas foram realizadas.

Na terceira etapa de análise dos componentes foi realizada a análise de capacidade do processo para verificar se o processo estava dentro das especificações, em relação ao iodo foi possível identificar que o $C_p = 1,64$ e o $C_{pk} = 1,08$, o que indica que o processo não está dentro das especificações e apresenta descentralização, em relação ao ferrocianeto foi identificado que o $C_p = 1,38$ e o $C_{pk} = 0,46$, indicando que o processo também está descentralizado e fora das especificações ideais. O que indica que a equipe de qualidade da indústria terá que reduzir as concentrações dos componentes de iodo metalóide e ferrocianeto de sódio, para que o processo diminua sua variabilidade e fique dentro dos limites estabelecidos pela indústria.

Por fim, pode-se deixar de citar as limitações encontradas durante a construção do trabalho, uma delas foi a quantidade de amostras coletadas, pois devido a admissão na empresa em questão ter iniciado pouco antes do início da construção do trabalho, então limitou um pouco

a quantidade de amostras. Outra limitação foi em relação ao reduzido número de publicações, no qual foi realizada a busca com termos de componentes físico-químicos utilizados na indústria salina no google acadêmico, site da ABEPRO e periódicos, para as leituras bases discussões da pesquisa realizada, dificultando as comprovações teórico-científico do trabalho desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, B. R. J. *et al.* **Uso de controle estatístico de processo para avaliação da estabilidade e validação da fase de compressão de formas farmacêuticas sólidas.** Acta Farm Bonaerense, v. 24, n. 3, p. 426-35, 2005.
- ALVES, Érika Andrade Castro. **O PDCA como ferramenta de gestão da rotina.** In: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, pág. 1-12. 2015
- Andrade, C. Apresentação. In: Confederação Nacional de Transporte (CNT). **Atlas do transporte.** 2007. Disponível em:. Acesso em: 09 de setembro de 2022.
- ANDRADE, F.F.D. **O método de melhorias PDCA.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - EP: São Paulo, 2003.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física.** 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- BARRETO, Roberto Carlos Pessanha; RIBEIRO, Antonio José Marinho. Logística no Brasil: uma análise do panorama dos modais rodoviários e ferroviários no cenário nacional demonstrando as vantagens e desvantagens das referidas modalidades. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 5, n. 3, p. 145-176, 2020.
- BARTHOLOMEU, D. B. **Qualificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras.** Piracicaba. Tese (D.S.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2006.
- BELMIRO, Júlia Kallyne da Silva. **Avaliação e controle de qualidade do processo produtivo do sal na empresa refimosa (refinação e moagem de sal Santa Helena LTDA).** 2019.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimentos.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- BERTAN, Ramon Ventura *et al.* **Custo logístico na importação: uma análise comparativa entre modais de transporte.** 2010.
- BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio. Análise dos modais de transporte pela ótica dos blocos comerciais: uma abordagem intersetorial de insumo-produto. 2012.
- BOND, M. T.; BUSSE, A.; PUSTILNICK, R. **Qualidade Total: O Que É E Como Alcançar.** Curitiba: Intersaberes, 2012.
- BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional.** 2008.
- BRUGNERA, João Victor; DALCHIAVON, Flávio Carlos. **Modal ferroviário e escoamento de soja no MATOPIBA.** Revista IPecege, v. 3, n. 4, p. 48-56, 2017.
- CASTRO, Denyse Roberta Correa; DE SOUZA, Vinicius Ferreira. **A aplicabilidade dos gráficos de controle nas empresas como modelo de inspeção para a avaliação da qualidade.** ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 32, 2012.

CRUZ, Cassia Maria Santos et al. Modais de transporte no Brasil. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 2, p. 1-27, 2019.

DE BRITO, Fabiano Roberto; DE ARAÚJO BRITO, Max Leandro. **Impacto do ciclo PDCA no processo de atendimento aos clientes em empresa de aviamentos**. E-Acadêmica, v. 1, n. 3, pág. e10-e10. 2020.

DE OLIVEIRA, Bruna Ker Simão; OPRIME, Pedro Carlos; JARDIM, Felipe Schoemer. **Desenvolvimento de um modelo estatístico para medir o desempenho do gráfico de aceitação a partir dos índices de capacidade do processo**. Cadernos do IME-Série Estatística, v. 45, p. 01, 2018.

DE SOUZA, Stephane Reis; UCHÔA, Antônio Giovanni Figliuolo. **Modal Ferroviário em Análise Comparativa de Custo: Estudo de Caso Manaus-Porto Velho**. UFAM Business Review-UFAMBR, v. 1, n. 2, p. 108-125, 2019.

Diniz, M. T. M. **Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil: as particularidades da principal região produtora**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.

DOS SANTOS, Debora Brito *et al.* **A infraestrutura no transporte ferroviário no Brasil**. South American Development Society Journal, v. 4, n. 10, p. 38-51, 2018.

e à Logística Internacional. 4ª ed. Aduaneiras: São Paulo, 2007. 250 p.

ELLER, Rogéria de Arantes Gomes; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, Marcos Lopes Cançado. **Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário**. Journal of Transport Literature, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011.

FALCONI, V. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 256 p, 2014.

FERIOLI, Eduardo Del Vechio; RODRIGUES, Gilberto Aparecido. **OS IMPACTOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PROVENIENTE DA PRECÁRIA INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA BRASILEIRA: um revés do uso demasiado do modal rodoviário**. Revista Interface Tecnológica, v. 15, n. 1, p. 272-284, 2018.

FERREIRA, A. D. P. **Transporte Aquaviário: A intervenção do Estado / Engenheiro Naval Alberto Dumont Pinto Ferreira**. Rio de Janeiro: RJ, 2015.

GARCIA, Fernanda Ravaneda. **Transporte de carga viva no modal aquaviário: transporte de bovinos**. 2018.

GIRON, Elizabeth et al. Aplicação do controle estatístico de processo em uma empresa do setor avícola. **RAI Revista de Administracao e Inovacao**, v. 10, n. 4, p. 38-62, 2013.

GONÇALVES, Ítalo de Abreu et al. O uso dos índices Cpk, Cpm e Cpmk para processos rápidos, 2022.

GONDIM, Ana Rita. **Cabotagem requer investimentos para alcançar excelência nos serviços**. Disponível em: <

http://www.cnt.org.br/Paginas/Agencia_Noticia.aspx?noticia=pesquisa-cabotagem-transporte-aquaviario29052013> Acesso em: 20 set de 2022.

GRILLO, PEDRO. **Moinhos das salinas de Macau. O baú de Macau**. Disponível em: http://www.obaudemacau.com/?page_id=24852. 19 de julho de 2012. Acesso em 20 de Julho de 2022.

HENNING, Elisa et al. Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. **Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 1, p. 2-13, 2014.

JUNIOR, Admir Antonio Betarelli; DE ANDRADE BASTOS, Suzana Quinet; PEROBELLI, Fernando Salgueiro. **Interdependência e encadeamento das exportações setoriais e os modais de transporte: um enfoque de insumo-produto**. Revista econômica do Nordeste, v. 41, n. 3, p. 455-474, 2010.

JUNIOR, CCMF Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. **São Paulo: INGEPRO**, 2010.

LILLEBO, A. I.; COSTA, S. D. da S.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. A. L.; ROCHA, R. de M. **Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil)**. Soc. & Nat. Uberlândia-MG. Jan/Abril, 2013.

LIMA, A. A. N. *et al.* **Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica**. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 27, n. 3, 2006.

LIMA, Kellen Carla; PAULA JUNIOR, Antonio Felipe de; SPYRIDES, Maria Helena Constantino. **Impactos econômicos das mudanças climáticas sobre a indústria de sal marinho na principal região produtora do Brasil**. 2017.

LOPES, Cristiana Maria Mendes *et al.* **Análise físico-química e microbiológica das águas da praia Pedra do Sal na cidade de Parnaíba-PI**. 2019.

LOPES, Jorge Eduardo de Medeiros; ARAÚJO, Aneide Oliveira. **Análise da cadeia de valores como instrumento da gestão estratégica de custos: um estudo de caso na indústria salineira**. 2013.

MARINHEIRO, Marco Antonio de Lima. **Análise setorial: o caso da privatização do modal ferroviário brasileiro**. 2012.

MELLO, C. H. P. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education, 2011.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. [S.l.]: 4a.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 7ª edição. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788521631873. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521631873/>. Acesso em: 26 set, 2022.

MONTGOMERY, Douglas C. **Desenho e análise de experimentos**. John wiley & filhos, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio Laurelli; DE FREITAS JUNIOR, Moacir; TOLOI, Rodrigo Carlo. **O transporte rodoviário no Brasil e suas deficiências**. Refas-Revista Fatec Zona Sul, v. 4, n. 4, p. 1-13, 2018.

MOURA, G. **Um Rio Grande e Macau**. Natal (RN): G. Moura, 2003.

NASCIMENTO, Rhuan Rodrigo Teófilo do. **Controle de qualidade do processamento e beneficiamento de sal na empresa Maranata Salineira do Brasil LTDA**. 2017.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PACHECO, Ana Paula Reusing et al. O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica. **PPGEGC–Universidade Federal de Santa Catarina–Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento–apostila** , v. 2, 2012.

PEINADO, Jurandir & GRAEML, A. Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

praia Pedra do Sal na cidade de Parnaíba-PI. 2019.

RODRIGUES, Alyson Da Luz Pereira et al. A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de shuts. **Iberoam J Industr Eng**, v. 9, n. 18, p. 48-70, 2017.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrósio. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil**

ROMERO, Rafaelle Bonzanini; OR, Adriano Lopes Romero. **TESTE PARA IODO EM SAL DE COZINHA: interdisciplinaridade e contextualização para o ensino de conceitos químicos**. 2012.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI**. 10ª. Ed., São Paulo/Rio de Janeiro: Record, 2001.

SCHYRA, Lukas. Diversificação dos modais de transporte no brasil. **ARTEFACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 18, n. 1, 2019.

SELEME, R; STADLER, H. **Controle da qualidade: As ferramentas essenciais**. Curitiba: Intersaberes, 2012.

SILVA, Cinthya Raquel da Costa *et al.* **Produção e controle de qualidade do sal da salina CIMSAL–comércio e indústria de moagem e refinação Santa Cecília Ltda**. 2018.

SILVA, Kalina Santos da et al. **Logística brasileira: um estudo teórico do modal aquaviário (cabotagem)**. 2015.

SILVA, Cleiton Oliveira *et al.* **A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios**. Revista espacios , v. 38, n. 27, pág. 9. 2017.

SILVA, Sérgio Luiz Pedrosa. **O desenvolvimento territorial do aglomerado produtivo da indústria salineira do RN.** 2019.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção.** Itajubá: Unifei, 2012.191p.

VANACOR, Roberta. **Variabilidade da excreção de iodo urinário em 24h e sua associação com a natriurese.** 2007.

ZERBATO, Cristiano et al. Controle estatístico de processo aplicado à colheita mecanizada de milho. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 21, n. 3, p. 261-270, 2013.