



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MANOEL LOPES DE ANDRADE NETO

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA RESSUPRIMENTO DE GESSO EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Caruaru  
2024

MANOEL LOPES DE ANDRADE NETO

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA RESSUPRIMENTO DE GESSO EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Área de concentração:** Gestão da Produção.

**Orientador (a):** Prof. Dr. Lucimario Gois de Oliveira Silva

Caruaru

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Andrade Neto, Manoel Lopes de.

Proposta de otimização para ressurgimento de gesso em uma empresa fabricante de louças sanitárias / Manoel Lopes de Andrade Neto. - Caruaru, 2024.

54 p. : il., tab.

Orientador(a): Lucimario Gois de Oliveira Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024.

Inclui referências.

1. Gestão de estoques. 2. Sistema de reposição. 3. Louças sanitárias. I. Silva, Lucimario Gois de Oliveira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

MANOEL LOPES DE ANDRADE NETO

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO PARA RESSUPRIMENTO DE GESSO EM UMA  
EMPRESA FABRICANTE DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 03/10/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Lucimario Gois de Oliveira Silva (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Lúcio Câmara e Silva (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Walton Pereira Coutinho (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

Para Breno e Erivânio, por me mostrarem constantemente que o amor é  
imprevisível, imprescindível e imprecisável.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço aos meus pais por uma vida de incentivos à educação e pelo apoio em cada desafio que busquei superar para tentar ser uma pessoa melhor para mim e para as pessoas especiais que passaram, passam e passarão em minha vida. Mesmo em meio a dificuldades, sei que vocês me amaram da forma que conseguiram e fizeram o que estava ao alcance de vocês durante todo esse tempo.

As pessoas que fizeram da minha graduação um processo mais leve e prazeroso mesmo em meio a tantos momentos complicados, especialmente a Maria Helena, por existir desde o início, permanecer até o fim e me ensinar tanto sobre como construir e cultivar uma amizade genuína. Hoje sei que sou uma pessoa e um profissional melhor graças a você e tudo que nós passamos. Juro que nunca mais te abandono dormindo em salas de aula, xuxu.

Aos demais amigos que cruzaram minha vida acadêmica e pessoal e que sempre fizeram com que nossos momentos juntos fossem motivo de alegria e diversão. Obrigado por cada risada, conversa, conselho e desabafo: Maíra, Wêdjja, Sarah, Artur, Rafael e Marcos Antônio.

A Milene por ter feito do estágio uma experiência menos dolorida e me fazer sorrir mesmo em dias que acreditava não ser possível. É impossível estar triste estando com você e sei que a admiração se estende a todas as pessoas que passaram ou permanecem em sua vida.

A Maria Clara por conseguir deixar a monotonia do dia-a-dia algo mais tolerável. Trabalhar com você é o que traz a esperança de que o ambiente corporativo possa ser menos estressante. Espero que possamos ler muito juntos e que seu “pace de leitura” melhore.

A Breno por ser meu companheiro, o meu suporte e maior apoiador do meu crescimento pessoal e profissional. Você me (re)ensina diariamente como é amar e ser amado e sei que nunca conseguirei expressar suficientemente o que você representa pra mim. Dividir a vida com você foi e tem sido a melhor escolha que fiz. Obrigado por me aceitar, me acolher e me motivar nos momentos em que eu sou a pessoa mais nociva para mim mesmo, sou quem sou hoje graças a você. Te amo.

A Erivânio por fazer tanto em tão pouco tempo. Você me faz entender que a felicidade pode ser encontrada facilmente, quando o companheirismo é de verdade. Demorei pra te encontrar e espero não te perder.

A Abel, pelo tempo e disposição para auxiliar no acesso às informações e solução de algumas dúvidas sobre os dados dos processos que foram base para a construção deste trabalho.

Aos professores que foram base para construir meu conhecimento profissional dentro e fora da universidade. Em especial agradeço a Marcele Elisa, pela oportunidade de viver a experiência da pesquisa acadêmica, a Luciano Costa por ser referência de profissionalismo e suporte durante minha experiência de monitoria e a Lucimario Gois por aceitar a orientação deste trabalho e se mostrar disponível para ajudar e instruir durante todo esse processo. O ambiente acadêmico precisa de profissionais como vocês.

A UFPE-CAA, por ceder a estrutura, os profissionais e os materiais necessários para que eu tivesse acesso a uma gama de experiências que foram definitivas para o profissional que sou hoje. A educação sempre foi responsável pelas transformações da minha vida e me resta torcer para que outras pessoas como eu tenham o privilégio de passar por instituições de excelência como essa.

[...]

Uma estalagem que já se encontrou em uma encruzilhada agora se encontra em outra – continua Dorian. – Em um lugar tão profundo e escuro que poucos jamais a encontrarão, perto das praias do Mar Sem Estrelas.

[...]

É para lá que vai a lua quando não pode ser vista no céu.  
(MORGENSTERN, 2021).



## RESUMO

Ferramentas para auxiliar gestores no controle de estoques continuam sendo excelentes aliadas para empresas de todos os portes. O presente trabalho avalia a situação em que se encontra a administração de dois insumos de grande importância em uma empresa de louças sanitárias, em busca de identificar quais fatores tem feito o controle da matéria-prima apresentar problemas e propor um sistema de reposição de estoques que dê base para garantir que o sistema de produção continue funcionando adequadamente, sem gerar atrasos ou pausas nos processos. Com as informações coletadas, foi avaliado qual o comportamento do consumo das matérias-primas e, a partir daí, foram projetados dois possíveis cenários para definir quando e quanto deve ser comprado. Para o cenário com Reposição Contínua, foi calculado o valor mais econômico para o Lote de Compra (LEC) e o Ponto de Ressuprimento, enquanto para o cenário de Reposição Periódica, a análise foi feita buscando definir o valor do Estoque Máximo, que dará base para definir a quantidade que deverá ser comprada a cada Tempo de Ciclo (um mês). Em ambos os cenários, foi estabelecido qual seria o Estoque de Segurança ideal e, por fim, uma comparação dos resultados encontrados evidenciou que, dentro das limitações que a empresa e seu fornecedor apresentam e a possibilidade de flexibilização dos transportes dos dois tipos de gesso, o Sistema de Reposição Periódico se mostrou o mais promissor a ser adotado.

**Palavras-chave:** Gestão de estoques; Sistema de reposição; Louças sanitárias.

## **ABSTRACT**

Tools to assist managers in inventory control continue to be excellent allies for companies of all sizes. The present work evaluates the current situation in which the management of two highly important inputs in a sanitary ware company finds itself, seeking to identify which factors have caused problems in controlling the raw material and to propose a stock replacement system that will provide the basis to ensure that the production system continues to function properly, without causing delays or interruptions in the processes. With the information collected, the consumption behavior of raw materials was evaluated and, from there, two possible scenarios were designed to define when and how much should be purchased. For the scenario with Continuous Review System, the Economic Order Quantity and the Resupply Point was calculated, while for the Periodic Review System, the analysis was performed seeking to define the value of the maximum stock, which will provide the basis for defining the quantity that should be purchased at each Cycle Time (one month). In both scenarios, the ideal Safety Stock was established and, finally, a comparison of the results found showed that, within the limitations that the company and its supplier present and the possibility of making the transportation of both types of plaster more flexible, the Periodic Review System proved to be the most promising to be adopted.

**Keywords:** Inventory management; Review system; Sanitary ware.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 –	Nível de estoque ao longo do tempo	18
Figura 02 –	Ponto de ressuprimento	24
Figura 03 –	Reposição periódica	25
Figura 04 –	Etapas de desenvolvimento do estudo	28
Figura 05 –	Fluxograma de compra de gesso	30
Gráfico 01–	Comportamento do consumo	33
Figura 06 –	Histograma de gesso comum (70GA)	40
Figura 07 –	Histograma de gesso CERAM70	40
Figura 08 –	Gráfico QQ do gesso comum	41
Figura 09 –	Gráfico QQ do gesso CERAM70	41
Figura 10 –	Shapiro-Wilk para gesso comum	42
Figura 11 –	Shapiro-Wilk para gesso CERAM70	42
Figura 12 –	Kolmogorov-Smirnov para gesso comum	42
Figura 13 –	Kolmogorov-Smirnov para gesso CERAM70	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valor de K para níveis de serviço distintos	22
Tabela 2 –	Consumo mensal do gesso	32
Tabela 3 –	Dados para custos de área	36
Tabela 4 –	Custo unitário de armazenagem	36
Tabela 5 –	Dados SELIC	37
Tabela 6 –	Custo do capital unitário mensal	37
Tabela 7 –	Custo unitário de manter os estoques	38
Tabela 8 –	Custo de processamento	38
Tabela 9 –	Custo unitário e desvio padrão mensais	39
Tabela 10 –	Lote econômico de compra	43
Tabela 11 –	Custo de estocagem	44
Tabela 12 –	Estoque de segurança sistema contínuo	44
Tabela 13 –	Ponto de ressuprimento sistema contínuo	45
Tabela 14 –	Estoque de segurança sistema periódico	45
Tabela 15 –	Estoque máximo sistema periódico	46
Tabela 16 –	Lote de compra sistema periódico	46
Tabela 17 –	Barreiras de implementação para cada cenário proposto	47
Tabela 18 –	Custo total de estoque para os cenários 1 e 2	47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1	GESTÃO DE ESTOQUE.....	16
2.1.1	<b>Lote econômico de compra.....</b>	<b>17</b>
2.1.2	<b>Estoque de segurança.....</b>	<b>20</b>
2.2	SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE.....	23
2.2.1	<b>Sistema de reposição contínuo.....</b>	<b>23</b>
2.2.2	<b>Sistema de reposição periódico.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1	ETAPAS DO TRABALHO.....	27
3.1.1	<b>Compreensão do funcionamento do setor.....</b>	<b>28</b>
3.1.2	<b>Coleta de dados.....</b>	<b>31</b>
3.1.3	<b>Análise dos dados.....</b>	<b>32</b>
3.1.4	<b>Definição do LEC.....</b>	<b>33</b>
3.1.5	<b>Construção dos cenários.....</b>	<b>34</b>
3.1.6	<b>Avaliação de viabilidade.....</b>	<b>34</b>
3.1.7	<b>Seleção do melhor cenário.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1	CUSTO TOTAL DE MANTER O ESTOQUE.....	36
4.2	CUSTO TOTAL DE PROCESSAMENTO.....	38
4.3	LOTE ECONÔMICO DE COMPRA (LEC).....	38
4.4	SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES.....	44
4.4.1	<b>Cenário 1: Reposição Contínua.....</b>	<b>44</b>
4.4.2	<b>Cenário 2: Reposição Periódica.....</b>	<b>45</b>
4.5	SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA.....	46
4.6	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS.....	48
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Administrar recursos que geram produtos e/ou serviços é a atividade central envolvida no cotidiano dos administradores da produção (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018). É como se lida com os recursos e como eles são utilizados que garantem a qualidade de um sistema produtivo ou de uma prestação de serviço. Tendo isso em vista, organizações buscam frequentemente otimizar seus processos e garantir que a boa execução de suas operações gere uma entrega e satisfação plena de seus clientes.

Dentre as atividades de controle dos insumos, o estoque mostra-se como um motivo de atenção frequente para grande parte das empresas. De acordo com Moreira (2008), o estoque diz respeito a quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados, improdutivamente, por algum intervalo de tempo. Por possuírem essa característica de inércia e imprevisibilidade, manter materiais estocados gera uma despesa constante que, se sair do controle, pode não só aumentar os custos periódicos, como impactar na incerteza de decisões sobre todo o sistema produtivo.

Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER, 2024), o Brasil encontra-se entre os cinco maiores produtores mundiais de louças sanitárias, tendo produção anual de 22 milhões de peças e gerando cerca de 7 mil empregos diretos. A empresa que será objeto de estudo é, atualmente, uma das 10 principais organizações do setor de louças sanitárias do Brasil, tendo impacto relevante no mercado nacional e vem buscando expandir progressivamente sua capacidade e relevância. Para contribuir com esse objetivo, é de extrema importância a avaliação de suas operações e a busca por oportunidades de melhoria.

Um dos pontos de maior impacto na produção de louças da empresa é a fabricação dos moldes que são responsáveis pela conformação das peças, deixando-as no formato planejado. Esta fabricação é feita pela própria organização e tem como principal insumo o gesso, sendo utilizados dois tipos distintos, baseados na forma como será feita a conformação das peças. A falta de um sistema de gestão de estoques para este setor, representa atualmente riscos de atrasos na produção e dificuldades de efetivação de pedidos de compra no tempo correto.

Buscando meios de minimizar riscos de pausa nas operações, atrasos no sistema produtivo e auxiliar no controle das operações do setor de preparação de

moldes, esse trabalho busca levantar dados sobre a situação atual envolvendo a compra e o consumo de gesso por parte da empresa e avaliar cenários com a adoção de sistemas de reposição de estoques como uma ferramenta de apoio ao gestor do setor, dando suporte na tomada de decisão mais assertiva sobre a utilização dos insumos.

Com a adoção de um sistema mais confiável para gerenciar os estoques, é esperado que a empresa consiga dimensionar melhor o espaço onde os insumos serão armazenados, qual o limite máximo que pode ser estocado e quando e quanto se deve comprar para que a reposição seja mais efetiva.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Dados do Anuário Estatístico do Setor de Não Metálicos, desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2019), apontam que Pernambuco é o estado brasileiro responsável por mais de 90% da produção de gipsita, material base da constituição do gesso, mas ainda apresenta dificuldades para fazer o escoamento da produção, ocasionando em altos custos logísticos para a compra e, principalmente, entrega desse material. Realizar pedidos de forma eficiente é, então, de extrema importância para evitar despesas excessivas e aproveitar a proximidade da empresa estudada e de seu fornecedor para trazer melhoria na forma como a reposição é efetuada.

Dentre alguns pontos de melhoria a se avaliar no cenário de estudo está o controle manual das informações, onde o cálculo do consumo é feito diariamente, mas que o acesso à informação não é facilitado, estando limitada aos cadernos de anotação do gestor do setor de preparação de moldes. Além disso, a falta de conhecimento sobre o real estado dos estoques de matéria prima faz com que os planos de reposição sejam feitos sem muito embasamento, podendo ocorrer uma demanda de moldes que não era prevista e o estoque de gesso acabar prematuramente, necessitando de reposições de urgência.

O setor responsável pela compra de materiais também enfrenta dificuldades no processo de compras, já que a falta de acurácia nos dados repassados pelo gestor faz com que as solicitações de compra não sejam constantes, necessitando de um alinhamento com o fornecedor para verificar a disponibilidade de gesso para a compra. Em complemento, sempre que uma compra é feita, a entrega é executada

pela empresa estudada, com sua frota própria, que também precisa de um planejamento organizado para alinhar as rotas de caminhões em retorno de suas entregas, para fazer a coleta do gesso.

Este trabalho se justifica, então, necessário para investigar as principais características de como a empresa vem lidando com o estoque de gesso, suas principais dificuldades e propor meios de iniciar um plano de gerenciamento de estoque, visando garantir que os moldes sejam entregues frequentemente, sem gerar atrasos que impactem na diminuição ou pausa na produção de alguns tipos de produtos. Para além disso, o controle assertivo dos estoques pode diminuir custos para a empresa, habilitar previsões mais precisas da demanda de matéria-prima e evitar a necessidade de ações corretivas imprevisíveis para evitar que o insumo se encontre em falta.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar ferramentas de gestão de estoque para análise e seleção de um sistema de ressuprimento de gesso em uma empresa de louças sanitárias.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a situação atual da empresa e do setor de preparação de moldes;
- Coletar e analisar dados de consumo de gesso;
- Calcular o Lote Econômico de Compra;
- Construir cenários de sistema de ressuprimento de estoques;
- Avaliar e selecionar o cenário ideal para a realidade da empresa baseado em sua viabilidade.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GESTÃO DE ESTOQUE

Nota-se que, entre vários autores, existe certo consenso na definição de estoque como sendo um acúmulo necessário de bens – matéria-prima, produtos intermediários e produtos acabados – que, por mais que estejam sem utilização, serão consumidos e redirecionados em algum momento (CHIAVENATO, 2006, p. 67; MOREIRA, 2008, p. 447; SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 630). Por se tratar de um capital físico parado, uma boa gestão de estoque passa por equilibrar compras, armazenagem e entregas, controlando as entradas e o consumo de materiais, movimentando o ciclo da mercadoria (SEBRAE, 2022), contribuindo para um bom funcionamento do sistema de produção.

Em uma situação “ideal” nenhuma empresa possuiria estoques, tendo uma relação forte com todos os elos de sua cadeia de produção e tendo acesso a serviços logísticos que garantisse que os insumos seriam recebidos exatamente quando fossem necessários. Entretanto, na prática isso não ocorre, tornando necessária a existência de um nível de estoques que compatibilize os mercados supridor e consumidor, para que os clientes sejam sistematicamente atendidos (VIANA, 1999). Tubino (2007) cita que alguns outros benefícios da existência dos estoques são:

- Independência entre etapas produtivas: Possuir insumos prontos para serem utilizados sempre que necessário evita lidar com possíveis atrasos de entrega de fornecedores ou entre postos de trabalho do próprio sistema produtivo. Para produtos acabados, é possível garantir que não haverá atrasos de carregamento e, por consequência, nas entregas;
- Produzir com constância: Em cenários de empresas que possuem demanda sazonal, o estoque auxilia a nivelar os valores de produção para que não haja produtos faltantes e, em casos de aumento da demanda, sempre haja um suprimento para efetivar as solicitações;
- Utilizar lotes econômicos: Permite uma adaptabilidade para etapas da produção que talvez exija trabalhar com lotes maiores, ou o distanciamento geográfico entre a empresa e o fornecedor podem necessitar de compras de

lotes maiores, já que nem sempre é justificável fazer o transporte de cargas com caminhões abaixo de sua capacidade máxima;

- Reduzir *lead times* produtivos: O excedente de produtos pode ser utilizado para adiantar pedidos, sem necessidade de esperas longas;
- Segurança: Variações de demanda, atrasos de entrega e imprevistos aleatórios são facilmente contornados pela segurança do estoque;
- Vantagem de preço: Algumas empresas criam estoques físicos para se prevenir de eventuais aumentos de preço, ou para diminuir o custo unitário. De forma semelhante, se for possível prever um aumento da demanda dos produtos, aumentar o estoque pode dar vantagem à empresa frente a seus concorrentes.

Para pensar formas de melhorar os processos envolvendo o armazenamento e a manutenção de insumos nas organizações, a área de gestão de estoques constitui uma série de ações que permite ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles se utilizam, bem manuseados e bem controlados (MARTINS; ALT, 2009).

### **2.1.1 Lote econômico de compra**

Uma das principais ferramentas de apoio à solicitação de compras de matéria-prima é o *Economic Order Quantity* (EOQ) ou, em português, Lote Econômico de Compra (LEC). O LEC é um método de controle de estoque no qual as mercadorias são encomendadas em quantidades fixas, diminuindo as despesas de estoque, além de reduzir os custos de compra, armazenamento e aquisição (SATWIKI; TSUROYA, 2023).

A definição do valor ideal do LEC é obtida em função de vários fatores importantes, sendo o primeiro deles o custo do capital, que retrata o custo do dinheiro, ou seja, o aluguel que se paga por manter certa quantidade de valores monetários aplicados na forma de estoque de um determinado produto (GONÇALVES, 2013, p. 254). Este valor vai abranger os gastos que incidem na localização onde esses insumos estão armazenados e que a empresa poderia estar investindo no mercado financeiro, mas é priorizado na manutenção de matéria-prima. O seu cálculo é avaliado através do custo do insumo estocado e de alguma taxa de juros como referência (para esse trabalho foi utilizada a SELIC) o quanto poderia ter sido obtido

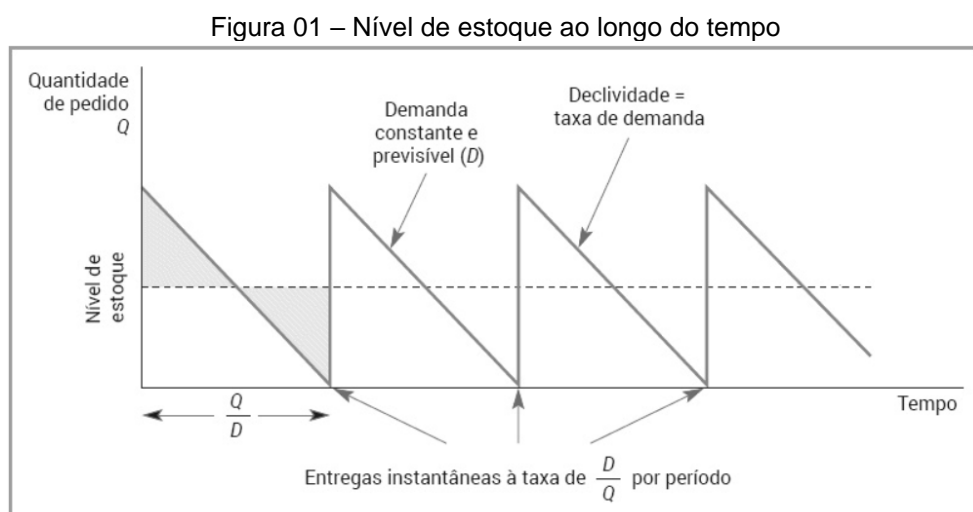
de lucro caso não se tivesse utilizando o capital da empresa na manutenção do estoque.

Outro fator de grande impacto na definição do LEC diz respeito ao custo de armazenagem, envolvendo as despesas referentes a aluguel, seguro, consumo de energia, água, além de outros custos fixos relativos às condições básicas para o estoque físico existir. Esse valor considera a utilização do espaço físico como referência para definir quanto desses custos fixos serão atribuídos ao estoque, de forma que quanto mais insumos houver, mais espaço ocupará e maior será o gasto para a manutenção desse estoque.

É possível, então, descrever que o custo do estoque é a soma entre o custo proveniente dos aspectos da armazenagem  $C_{arm}$  e o custo do capital  $C_{cap}$  (GOULART, 2017):

$$C_{manter} = C_{arm} + C_{cap} \quad (1)$$

Como o estoque varia sua quantidade com frequência durante a passagem do tempo (Figura 01) e a necessidade demandada ( $D$ ), para avaliar o custo de manter é utilizado o valor de estoque médio, que para uma demanda que se comporta de forma previsível, pode ser determinado como metade do valor do pedido de reposição feito ( $Q$ ).



Fonte: (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 644).

Além disso, é a partir do valor de Q que é determinado o número de reposições necessárias para que a demanda (D) seja atendida durante o intervalo de tempo definido. Com isso, pode-se estabelecer:

- Estoque Médio:

$$EM = \frac{Q}{2} \quad (2)$$

- Custo Total de Manter:

$$CT_{manter} = C_{manter} \times \left( \frac{Q}{2} + Q_{res} \right) \quad (3)$$

- Número de Reposições:

$$NR = \frac{D}{Q} \quad (4)$$

Como complemento ao valor dos custos de estoque, cada pedido de compra que é feito gera despesas que vão desde o valor do pedido, até os custos logísticos para que a matéria prima seja recebida. Pelo caráter variável desse valor, o número de pedidos feitos NR é a chave para definir quanto será gasto para definir o custo total de pedido ou custo total de processamento  $CT_{proc}$ :

$$CT_{proc} = \frac{D}{Q} \times C_{proc} \quad (5)$$

Por fim, o custo total do estoque pode ser definido como:

$$CT_{estoque} = \left( \frac{D}{Q} \times C_{proc} \right) + C_{manter} \times \left( \frac{Q}{2} + Q_{res} \right)$$

$$CT_{estoque} = (C_{manter} \times Q_{res}) + \left( \frac{D}{Q} \times C_{proc} \right) + \left( \frac{Q}{2} \times C_{manter} \right) \quad (6)$$

Onde  $D$  é a demanda,  $Q$  é o lote de compra,  $Q_{res}$  é o estoque de reserva da mercadoria,  $C_{proc}$  é o custo de processamento e  $C_{manter}$  é o custo de manter. Avaliando o valor de  $Q$ , é possível inferir que o custo de manter é diretamente proporcional ao tamanho do lote de compra, já que quanto mais se estoca, mais caro é manter esse estoque. Já o custo de processamento é inversamente proporcional ao tamanho do lote de compra, já que diminui a necessidade de várias reposições por período e se rateia o custo de transporte para uma quantidade maior de itens. Logo, o valor ideal para o lote econômico de compra é o ponto onde o valor da derivada for igual a zero:

$$\begin{aligned}
 LEC &\rightarrow \frac{dCT_{proc}}{dQ} = 0 \\
 \frac{d(C_{manter} \times Q_{res})}{dQ} + \frac{d\left(\frac{D}{Q} \times C_{proc}\right)}{dQ} + \frac{d\left(\frac{Q}{2} \times C_{manter}\right)}{dQ} &= 0 \\
 0 - \frac{C_{proc} \times D}{Q^2} + \frac{C_{manter}}{2} &= 0 \\
 \frac{C_{proc} \times D}{Q^2} &= \frac{C_{manter}}{2} \\
 Q^2 &= \frac{2 \times D \times C_{proc}}{C_{manter}} \\
 LEC(Q) &= \sqrt{\frac{2 \times D \times C_{proc}}{C_{manter}}} \quad (7)
 \end{aligned}$$

### 2.1.2 Estoque de segurança

Em um cenário ideal, a definição de um LEC que minimize os custos envolvidos resolveria o problema do ressuprimento e manteria os fluxos produtivos em conformidade. Mas, como imprevistos durante o serviço logístico, assim como com a qualidade do insumo recebido podem ocorrer, ações de controle são desenvolvidas para evitar prejuízos.

Pensando em contornar esse cenário, se utiliza o conceito de estoque de segurança, que, segundo Bowersox e Closs (2009), constitui uma proteção necessária para que a demanda dos clientes seja atendida durante o ciclo de reposição de estoque. Esse valor é calculado e somado ao estoque já existente dos insumos, dando margem de segurança para evitar imprevistos.

O maior desafio é, então, encontrar o melhor valor para o estoque de segurança, sem que isso impacte em um aumento expressivo dos custos de estoque e mesmo assim atinja as expectativas da empresa. Para expressar o critério necessário para calcular o estoque de segurança, é utilizado o conceito de Nível de Serviço. O valor do nível de serviço irá abranger a qualidade com que o ciclo do pedido de bens e serviços é realizado (FERREIRA et al., 2020), deixando claro qual o desempenho dos serviços prestados a empresa espera que possa entregar para o cliente. Quanto melhor for o nível dos serviços prestados, menor será o número de clientes perdidos em decorrência de situações de falta de estoque, entrega lenta e inconfiável (BALLOU, 2008).

Como o nível de serviço está ligado ao quanto da demanda foi possível atender, seu valor é dado por uma porcentagem e calculado através da Equação 8.

$$NS(\%) = \frac{D_{atendida}}{D_{necessaria}} \times 100 \quad (8)$$

Nessa fórmula  $D_{necessária}$  diz respeito ao valor da demanda que deverá ser atendida, representando o comportamento da necessidade dos clientes e a meta da empresa. Já  $D_{atendida}$  é o valor exato que a empresa conseguiu atender e entregar no período de análise. Essa relação entre as demandas evidencia que se no momento de ocorrência da demanda, a mesma for maior que o nível de estoque, o nível de serviço será menor que 100%, indicando que o nível de estoque de segurança não foi suficiente para suprir a demanda (GOULART, 2017).

A característica de variabilidade da demanda afeta bastante o nível de serviço, de forma que não é incomum que ocorram aumentos da procura por produtos ou aumento no consumo de insumos, que faça o valor do nível de serviço oscilar. Para contornar essa barreira, é necessário a avaliação do comportamento que a demanda possui, entendendo se análises estatísticas podem ser agregadas para definir um valor de  $D_{necessária}$  mais preciso. Taylor (2005) aponta que boa parte da variabilidade presente na demanda pode ser descrita através de uma distribuição normal, de forma que o nível de serviço se dará, então, em função da probabilidade de que o produto estará disponível quando for demandado, ou seja, o nível de serviço será definido se utilizando do quanto da área da distribuição, dado em desvios-padrão, deverá ser contemplada para que não falte produto quando necessário.

Através de dados históricos coletados sobre a demanda, seu desvio padrão e a informação do consumo médio, o valor máximo que a empresa deverá atender será dado através da Equação 9:

$$d_{maximo} = K \times \sigma \times d_{medio} \quad (9)$$

O  $d_{maximo}$  é o consumo máximo,  $K$  é o número de desvios-padrão que serão abrangidos,  $\sigma$  é o desvio padrão do consumo e  $d_{medio}$  é o consumo médio. Para a definição do valor exato de  $K$ , é fornecida uma relação (Tabela 1) entre os valores de  $K$  e o nível de serviço que será utilizado na análise.

Tabela 1 – Valor de K para níveis de serviço distintos

Valor de K	Nível de Serviço
-	50,00%
0,25	60,00%
0,53	70,00%
0,84	80,00%
1,04	85,00%
1,28	90,00%
1,65	95,00%
1,75	96,00%
1,88	97,00%
2,06	98,00%
2,33	99,00%
3,10	99,90%
3,62	99,99%

Fonte: Adaptado de Gonçalves (2013).

Tendo em vista o aumento do risco de não atendimento a demanda se elevando com o passar do tempo e com a diminuição gradual dos níveis de estoque conforme o ponto de ressuprimento se aproxima, se faz necessária uma “correção” do valor do desvio padrão, levando em consideração o tempo de reposição, contribuindo para uma análise mais assertiva do cenário de estudo. A Equação 10, obtida em Gonçalves (2013), apresenta como essa correção pode ser feita.

$$\sigma_{Trep} = \sigma_D \times \sqrt{Trep} \quad (10)$$

O  $\sigma_{Trep}$  é o desvio-padrão para o tempo de reposição  $T_{rep}$  e  $\sigma_D$  é o desvio-padrão calculado através dos dados históricos coletados. Tendo estes valores em conhecimento, o estoque de segurança será dado pela Equação 11.

$$ESeg = K \times \sigma_D \times \sqrt{T_{rep}} \quad (11)$$

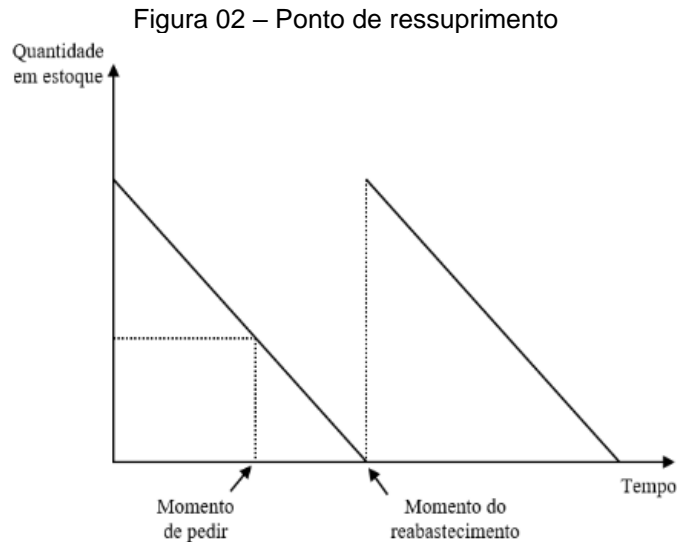
## 2.2 SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE

Parte do controle eficiente dos estoques está relacionado diretamente com a dinâmica de ressuprimento, ou seja, respondendo a questionamentos como “quando deverá ser feito o pedido” e qual será o critério utilizado para justificar a necessidade da compra. Essa escolha impactará diretamente no atendimento do nível de serviço estabelecido e garantindo que os valores encontrados e abordados em seções anteriores sejam colocados em prática. Alguns dos métodos bastante difundidos para responder estas perguntas são o Sistema de Reposição Contínuo e o Sistema de Reposição Periódico, cada um deles com especificidades que podem se adequar ao cenário de implementação.

### 2.2.1 Sistema de reposição contínuo

Wanke (1999) apresenta que no sistema de reposição contínuo ou ponto de pedido a solicitação do ressuprimento depende diretamente do consumo médio de materiais e o *lead time* de resposta. Isso indica que, a partir do conhecimento do consumo de estoque e o tempo necessário para reposição, é possível definir um momento no qual, caso o pedido de compra seja feito, o insumo ou produto estará disponível no estoque em tempo hábil para que não haja desfalques. A Figura 02 apresenta uma representação desse conceito, partindo do princípio de que o consumo tenha um comportamento linear durante o tempo.





Fonte: Adaptado de Wanke (1999, p. 24).

No contexto real de uma organização, dificilmente o consumo apresenta comportamentos tão previsíveis, variando os consumos diariamente e fazendo com que o aspecto visual fosse mais aleatório. Mesmo assim, é possível se utilizar dos sistemas de reposição para que haja um auxílio na definição do momento certo para fazer a solicitação de compra.

O nível de estoque base para qual deve-se fazer a reposição é chamado por Gonçalves (2013) como Ponto de Encomenda e definido por Wanke (1999) como como Ponto de Pedido (PP). A Equação 12 expressa a forma de encontrar o PP.

$$PP = D \times T_{rep} + ESeg \quad (12)$$

O valor D é dado pelo consumo, ESeg é o estoque de segurança e  $T_{rep}$  é o *lead time* de reposição. Caso seja substituído na fórmula o que já foi estabelecido para determinar o estoque de segurança:

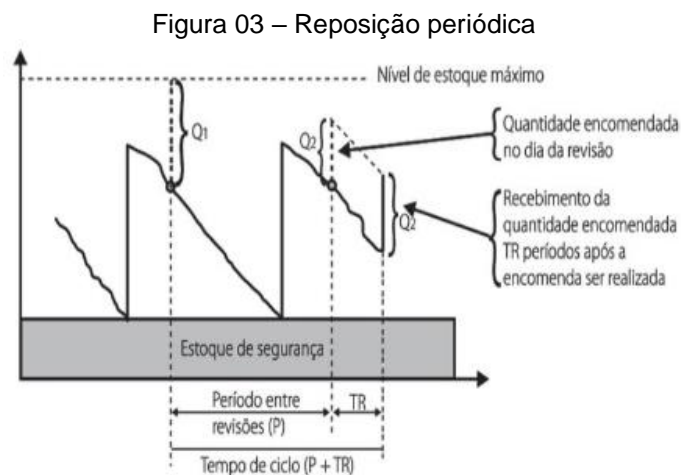
$$PP = (D \times T_{rep}) + (K \times \sigma_D \times \sqrt{T_{rep}}) \quad (13)$$

### 2.2.2 Sistema de reposição periódico

Para o sistema de revisão periódica, Sousa e Viagi (2021) definem que o material será repostado baseado no nível de estoque do dia do ressuprimento com datas fixas e quantidades variáveis. Dessa forma, o volume comprado é unificado com o

estoque já existente, de forma que seja capaz de suprir as necessidades até o próximo abastecimento programado.

O intervalo entre as reposições é um parâmetro definido geralmente pela própria empresa, seja por acordos comerciais com fornecedores, ou por facilitação logística para a entrega dos insumos. A Figura 03 apresenta um esquema de como é estruturada a reposição do estoque periodicamente.



Fonte: Gonçalves (2013).

A cada período  $P$  é feita a revisão dos estoques, de forma a estabelecer a quantidade a ser comprada, sendo esse valor o complemento para atingir o estoque máximo, já considerando o *lead time* de reposição. O período completo que abrange desde o pedido de compra até a efetivação da entrega dos insumos é chamado de Tempo de Ciclo (TC) e a partir dele é possível estabelecer o valor do estoque de segurança.

$$ESeg_p = K \times \sigma_D \times \sqrt{TC}$$

$$ESeg_p = K \times \sigma_D \times \sqrt{(P + T_{rep})} \quad (14)$$

A Equação 14 é semelhante ao que já havia sido apresentado na Equação 11, mas se faz necessário o complemento do tempo de reposição para o tempo de ciclo. O  $K$  representa o nível de serviço e  $\sigma_D$  é o desvio-padrão estimado através dos dados históricos coletados.

Em complemento, outra informação importante de ser calculada é o Estoque Máximo (EMax), que transmitirá o limite de estoque que a empresa espera arcar com os custos, sem permitir que esse valor seja ultrapassado e variações nos custos de estoque aconteçam. A Equação 15 apresenta como chegar no estoque máximo, utilizando como parâmetros o TC, o consumo médio (d) e o estoque de segurança visto anteriormente.

$$EMax = d \times (P + T_{rep}) + ESeg_p \quad (15)$$

Por fim, a definição da quantidade que deverá ser comprada (LC) a cada período será a diferença entre o estoque máximo e o estoque físico que a empresa possui no momento de compra (GOULART, 2017).

$$LC = EMax - E_{existente} \quad (16)$$

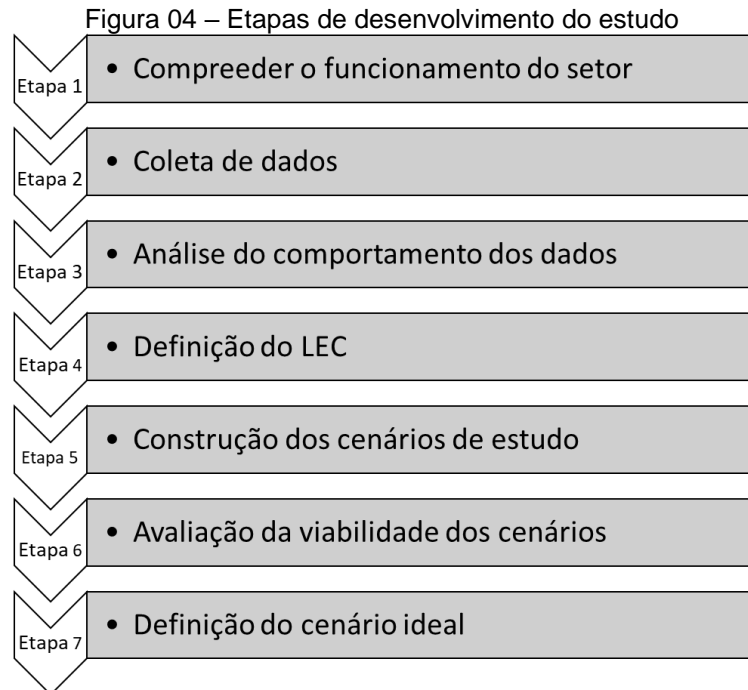
### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho pode ser descrito como uma pesquisa exploratória que, segundo Gil (2002), tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, de forma a possibilitar averiguar e confirmar se ideias e planos de ação podem gerar mudanças previstas intuitivamente. Com isso é possível atestar e verificar se ideias simples e intuitivas, sem grandes mudanças operacionais, podem ser efetivas na solução de problemas de grande importância para a empresa.

Deste modo, se buscou analisar inicialmente o cenário atual da empresa e seus processos dentro do sistema produtivo, tentando entender os impactos que a preparação de moldes tem e o que poderia acontecer caso haja problema no fornecimento desses moldes. Em seguida, foram elaboradas as etapas de desenvolvimento do trabalho, iniciando com o estudo de como vem sendo feito o controle de estoque das matérias-primas, levantar dados sobre o comportamento do estoque e, a partir disso, gerar cenários de planos para o ressuprimento desses insumos, buscando elencar uma abordagem que possa melhorar a administração desses materiais.

#### **3.1 ETAPAS DO TRABALHO**

Como forma de descrever melhor as etapas da construção desse trabalho, a Figura 04 apresenta a sequência de atividades desenvolvidas e, em seguida, as ações que foram executadas para cada etapa.



Fonte: O Autor (2024).

### 3.1.1 Compreensão do funcionamento do setor

A empresa objeto de estudo trabalha com a produção de louças sanitárias há mais de 60 anos, buscando expandir seu sistema produtivo seja através de melhorias nas ferramentas de trabalho, como na execução das atividades. Para obter isso, é de extrema importância que novos métodos de gestão venham a ser adotados para sanar alguns problemas que ainda persistem em ocorrer, avaliando frequentemente como o processo produtivo vem sendo executado. As etapas de produção que a empresa possui podem ser descritas através da seguinte sequência:

- Produção de Massa e Esmaltes: Responsável pela formulação, adequação e distribuição da massa e dos esmaltes para a produção das peças;
- Fabricação de Moldes: Responsável por receber e estocar o gesso, bem como fabricar os moldes desse material utilizados para fabricar e dar conformidade aos produtos, bem como a execução da troca dos moldes nos setores de fundição quando não puderem mais ser utilizados;
- Fundições: Dividida em dois setores (Fundição Manual e Fundição Mecanizada), são responsáveis por receber a massa e inseri-la nos moldes de gesso, aguardando a conformação ocorrer para que a peça possa ser extraída e separada para secar;

- Retirada: Responsável por verificar os estágios de secagem das peças de ambas as fundições e colocá-las na estufa no momento adequado para que, após secas, possam seguir para o próximo setor;
- Acabamento: Responsável pela verificação dos possíveis defeitos que as peças possam após a secagem e pelo acabamento externo dos produtos para garantir a estética deles e minimizar perdas durante o enformamento;
- Esmaltação: Responsável pela aplicação do esmalte nos produtos, que dá a coloração e o aspecto vítreo que as peças apresentam quando estão finalizadas;
- Forno: Responsável pela queima das peças transformando-as a partir do seu estado atual, ainda frágil, em cerâmica, tendo mais firmeza, durabilidade e dando o brilho no esmalte aplicado anteriormente;
- Classificação: Responsável pela avaliação da qualidade do produto final, identificação de defeitos e adição das demais peças e complementos que os produtos necessitam antes de serem destinados para a área de estoque de peças acabadas.

A partir do processo apresentado, foi verificado que ocorria, ocasionalmente, situações onde a troca dos moldes não era feita em tempo hábil, gerando atrasos no processo e, por consequência, diminuição na produção geral diária. Tendo como base a ocorrência desse problema, o estudo foi direcionado a avaliar como o setor responsável pela Fabricação de Moldes estava desenvolvendo suas atividades e conseguir chegar em possíveis causas do atraso na produção dos moldes.

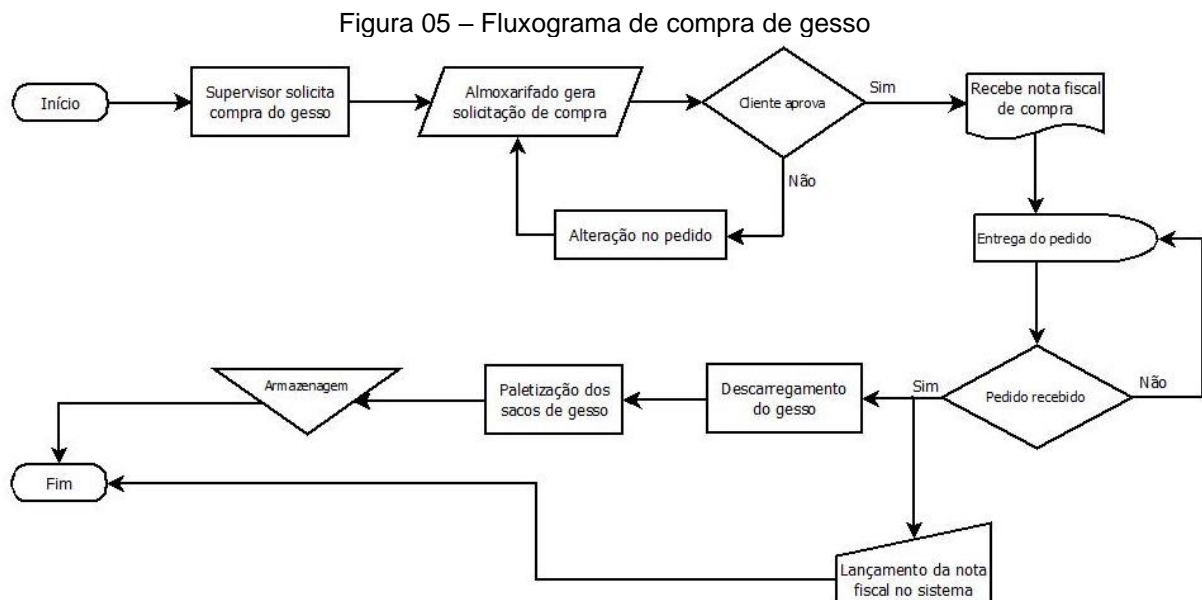
Atualmente a preparação de moldes funciona com pouco mais de 30 colaboradores, que se dividem na preparação e na troca dos moldes, sendo esse último variável baseado no esforço necessário e na complexidade envolvida na troca dos moldes do produto em questão, variando entre 2, para moldes unitários e 6 para moldes que são interligados.

Para a produção dos moldes é utilizado, em sua grande parte, gesso e água, tendo alguns outros insumos auxiliares que contribuem para a conformidade do molde e sua durabilidade, como pinos de vedação, abraçadeiras e guias de fixação. Como a produção das louças sanitárias é feita de duas formas distintas, os moldes para cada tipo de fundição utilizam tipos de gesso diferentes (chamados de 70GA e CERAM70), com características que aumentam a durabilidade dos moldes em cada um dos cenários.

Dados do Sindicato das Indústrias do Gesso do Estado de Pernambuco (SINDUSGESSO) (2024), apontam que o estado de Pernambuco é responsável por cerca de 95% da produção nacional de gipsita, gesso e derivados. Essa informação mostra que a oferta dessa matéria-prima é alta e geograficamente próxima da empresa, facilitando e diminuindo custos logísticos e aumentando a confiabilidade nas entregas se adotado um plano de compras estruturado.

O setor funciona com um galpão próprio onde são estocadas as matérias-primas e onde são feitos os moldes, sem uma delimitação exata de um espaço exclusivo para estocagem. A armazenagem é feita através de paletização e empilhamento dos sacos de gesso, tendo a movimentação desses paletes sendo feita com uma empilhadeira.

Após observação das atividades do setor e de relatos de colaboradores que trabalham no setor, ficou evidente que o atraso na entrega dos dois gessos utilizados como insumos-base para a fabricação dos moldes fez com que a produção de alguns dias fosse comprometida, atrasando a entrega e a troca desses moldes. As etapas que constituem a movimentação desses insumos, desde a compra até a armazenagem, podem ser observadas no fluxograma presente na Figura 05.



Fonte: O Autor (2024).

As compras do gesso são efetuadas com um único fornecedor e em um intervalo semanal, em quantidades que são definidas pelo supervisor da fabricação

de moldes de forma empírica, sem levar nenhum critério ou informação numérica dos estoques existentes.

A falta de informações que corroborem a definição das quantidades a serem compradas faz com que eventuais erros ou flutuações nas demandas dos moldes gerem um consumo excessivo de gesso, fazendo com que o estoque diminua mais rápido e gerando situações de falta de insumos.

O tempo entre a efetivação do pedido com a empresa fornecedora e a entrega do gesso na empresa é cerca de 3 dias e o descarregamento é feito pelos próprios colaboradores do setor de fabricação de moldes, impactando em suas outras atribuições e, conseqüentemente, diminuindo a produção em dias de entrega desses insumos.

A definição de uma política de ressurgimento para os estoques é uma alternativa de grande impacto para solucionar esse problema, dando base para o supervisor do setor tomar decisões mais assertivas, tendo acesso a informações sobre quanto e quando solicitar a compra dos dois tipos de gesso, de forma a evitar a paralisação da produção de algumas peças por falta de moldes prontos no tempo adequado, assim como diminuir a necessidade de pausa na produção dos moldes para fazer o descarregamento do gesso muitas vezes mensalmente.

### **3.1.2 Coleta de dados**

Diariamente o supervisor do setor registra as quantidades de cada tipo de molde que foi feito e, com os valores tabelados, informa a quantidade de cada tipo de gesso que foi consumido. Essa informação é passada mensalmente para o PCP da empresa que revisa se os valores estão corretos e repassa esses valores para as planilhas de controle.

Para dar base para as análises do consumo e do volume de compras, foi extraído através das planilhas do PCP os valores diários de consumo do Gesso 70GA e do Gesso CERAM70 em um intervalo temporal de abril de 2022 a abril de 2024. Como complemento, às informações de entrega dos carregamentos de gesso durante esse mesmo período foram coletadas através do sistema utilizado pela empresa.

As informações referentes aos custos, áreas e valores de consumo foram definidas em conjunto com os setores de Almoxarifado, Logística, Contabilidade ou



do próprio setor de preparação de moldes da empresa, visando a utilização de dados mais precisos e de fontes com maior credibilidade.

### 3.1.3 Análise dos dados

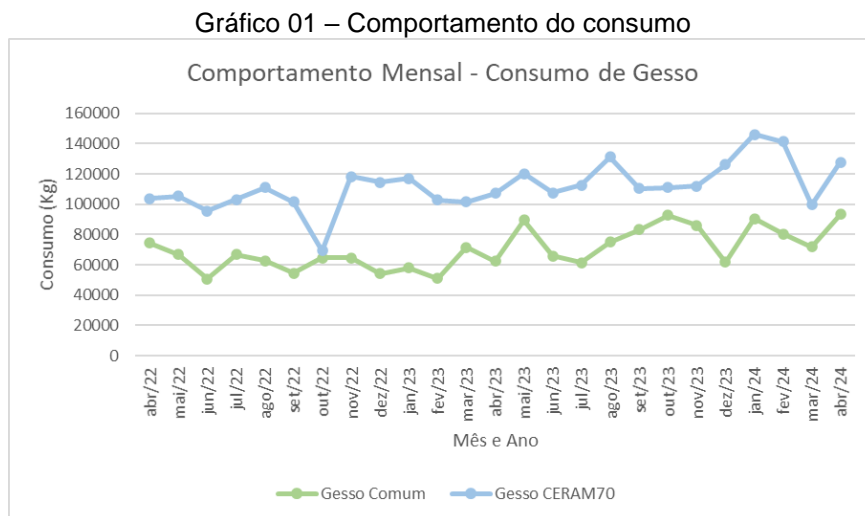
Os dados coletados foram inseridos em planilhas do *Microsoft Excel* para unir e melhorar sua visualização. De início, pelo número expressivo de observações, os valores de consumo foram separados de maneira mensal, conforme a Tabela 2, para ficarem coerentes com as futuras análises.

Tabela 2 – Consumo mensal do gesso

<b>Divisão dos Meses</b>	<b>Gesso Comum (Kg)</b>	<b>Gesso CERAM70 (Kg)</b>
abr/22	74.288	103.752
mai/22	66.804	105.414
jun/22	50.815	95.598
jul/22	66.854	103.303
ago/22	62.584	111.012
set/22	54.439	101.699
out/22	64.592	69.235
nov/22	64.502	118.397
dez/22	54.116	114.485
jan/23	58.030	117.045
fev/23	51.207	102.796
mar/23	71.449	101.713
abr/23	62.408	107.180
mai/23	89.666	120.206
jun/23	65.871	107.653
jul/23	61.373	112.506
ago/23	75.172	131.099
set/23	83.351	110.558
out/23	92.871	111.073
nov/23	86.105	112.046
dez/23	61.849	126.203
jan/24	90.425	146.060
fev/24	80.273	141.290
mar/24	71.952	99.819
abr/24	93.460	127.829
<b>Média (Kg):</b>	<b>70.178</b>	<b>111.919</b>
<b>Desvio Padrão (Kg):</b>	<b>13.197</b>	<b>15.480</b>

Fonte: O Autor (2024).

A partir dessas informações, foi gerado um gráfico (Gráfico 01) para visualizar melhor o comportamento de ambos os consumos. Com o resultado, é possível observar que o Gesso CERAM70 tem um nível mensal de consumo maior. Esse consumo elevado tem relação com a característica particular da fabricação dos moldes que utilizam esse gesso que, mesmo sendo produzidos em menor quantidade, se comparado aos que utilizam o gesso 70GA, são maiores e mais pesados, consumindo valores consideráveis de matéria-prima.



Fonte: O Autor (2024).

Algumas análises posteriores foram feitas e descritas em mais detalhes na seção 4.3.

### 3.1.4 Definição do LEC

Para estruturar uma proposta de sistema de reposição de estoques no cenário estudado, é necessário definir os parâmetros que envolvem o processo de ressuprimento e como ele deve ocorrer, seja por critérios de quantidade ou de caráter periódico. Como facilitador desse processo, o Lote Econômico de Compra fornece base para definir:

- Quanto comprar, visando o menor custo possível tanto para manter esses itens em estoque como para transportar, evitando gastos desnecessários;

- Quando comprar, estabelecendo um nível de estoque de segurança para evitar paradas no processo e se utilizar desse valor como sinal para a necessidade de um novo pedido.

A seção 4.3 abordará os valores que foram utilizados para o cálculo do LEC, bem como os resultados encontrados.

### **3.1.5 Construção dos cenários**

A partir do conhecimento dos valores ideais para o estoque que a empresa deve possuir e as quantidades de gesso que devem ser compradas quando um pedido for efetuado, foram construídos cenários de reposição para avaliar as configurações que poderiam ser adotadas. Como a empresa fornecedora possui flexibilidade para distribuir os dois tipos de gesso sem grandes intervalos de espera para o carregamento, buscou-se analisar tanto um cenário de ressuprimento contínuo, sem uma data específica para fazer os pedidos, e um cenário de ressuprimento periódico, com intervalos regulares de ressuprimento.

Cada um dos cenários e suas especificidades estão melhores descritas na seção 4.4 deste trabalho.

### **3.1.6 Avaliação de viabilidade**

Tendo cada um dos cenários construídos, foi feita uma avaliação de adequação desses critérios à realidade da empresa, buscando informações tanto de disponibilidade de caminhões para a entrega, como de limite das quantidades fornecidas e de liberação de recursos financeiros para a compra do gesso. A seção 4.5 apresenta em detalhes os critérios e considerações sobre esse quesito.

### **3.1.7 Seleção do melhor cenário**

Após a avaliação de viabilidade de cada cenário, é possível selecionar qual deles se adequa melhor às limitações da empresa objeto de estudo e de sua fornecedora, indicando o sistema de reposição de estoque que deve ser adotado, diminuindo custos e auxiliando no controle das matérias-primas e do próprio setor de

preparação de moldes. O cenário escolhido e as demais considerações estão melhor abordadas na seção 4.5.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CUSTO TOTAL DE MANTER O ESTOQUE

Como descrito anteriormente no referencial teórico, o custo total para manter o estoque de uma organização é uma união entre o custo de armazenagem e o custo do capital. Portanto, cada um destes custos foi calculado de forma separada e somados ao final para o valor do custo de manter o gesso na empresa estudada.

Inicialmente, foi definido o custo relativo à utilização do espaço físico que o estoque ocupa, de forma a encontrar quanto é gasto para manter, mensalmente, cada metro quadrado de estoque. A Tabela 3 mostra as informações coletadas.

Tabela 3 – Dados para custos de área

Area da empresa (m <sup>2</sup> )	79.200
Área de armazenagem do Gesso (m <sup>2</sup> )	65,63
Custo fixo Mensal (R\$)	600.000
Custo por m <sup>2</sup> (R\$/m <sup>2</sup> )	7,58

Fonte: O Autor (2024).

As informações de área foram estipuladas com auxílio da gerência da empresa e o custo fixo mensal foi repassado pelo setor financeiro, sendo uma média aproximada do primeiro semestre de 2024. Esse custo fixo abrange gastos com gás, energia, água, remuneração dos colaboradores, etc. e como forma de rateio desse valor foi utilizada a área destinada para a armazenagem do gesso, representando cerca de 0,082% desse custo. Ao final foi encontrado o valor de R\$7,58 por cada metro quadrado de estoque, que foi utilizado por fim, para definir o custo de armazenagem, sendo utilizado também a área que o gesso ocupa. O resultado está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Custo unitário de armazenagem

	Área (m <sup>2</sup> )	Custo por m <sup>2</sup> (R\$/m <sup>2</sup> )	Custo de Arm (R\$)
Gesso Comum	0,06	7,58	<b>0,42</b>
Gesso CERAM70	0,06	7,58	<b>0,42</b>

Fonte: O Autor (2024).

Para a definição do custo do capital, a taxa de juros a ser utilizada foi definida através de uma média da taxa anual entre os períodos de maio de 2023 a maio de

2024, utilizando como fonte informações do Banco Central do Brasil (2024). Os dados obtidos estão disponíveis na Tabela 5.

Tabela 5 – Dados SELIC

	Valor SELIC (a.a.)
09/05/2024 -	10,50
21/03/2024 - 08/05/2024	10,75
01/02/2024 - 20/03/2024	11,25
14/12/2023 - 31/01/2024	11,75
03/11/2023 - 13/12/2023	12,25
21/09/2023 - 02/11/2023	12,75
03/08/2023 - 20/09/2023	13,25
22/06/2023 - 02/08/2023	13,75
04/05/2023 - 21/06/2023	13,75
Média (taxa anual)	12,22%
Valor mensal	<b>0,97%</b>

Fonte: Adaptado de Banco Central do Brasil (2024).

Com os valores coletados, foi encontrada uma taxa de 12,22% ao ano, que, posteriormente, foi convertida para uma taxa mensal, de forma a ficar condizente com o período mensal utilizado durante todo esse trabalho. Segundo SILVA (2016), através da Equação 17 é possível encontrar a equivalência das taxas de juros entre o período anual e mensal.

$$im = \sqrt[12]{1 + ia} - 1 \quad (17)$$

O valor de 'im' diz respeito à taxa de juros mensal que se deseja encontrar e 'ia' é a taxa de juros anual que se tem conhecimento. Substituindo o valor que foi calculado através das informações do Banco Central do Brasil, foi definido uma taxa mensal de 0,97%. Com essa taxa, então, foi definido o custo unitário de capital conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Custo do capital unitário mensal

	Preço Unit (R\$)	Taxa mensal (%)	Custo do Cap (R\$)
Gesso Comum	0,47	0,97%	<b>0,005</b>
Gesso CERAM70	0,59	0,97%	<b>0,006</b>

Fonte: O Autor (2024).

Com esse valor encontrado, é possível, então, definir através da Equação 1 o custo unitário de manter (Tabela 7) o estoque mensalmente como sendo:

Tabela 7 – Custo unitário de manter os estoques

	Custo de Arm (R\$)	Custo do Cap (R\$)	Custo de Manter (R\$)
Gesso Comum	0,417	0,005	<b>0,421</b>
Gesso CERAM70	0,417	0,006	<b>0,422</b>

Fonte: O Autor (2024).

Como o valor encontrado para o custo do capital foi bem baixo, o custo unitário total de manter os estoques na empresa acabou por ser igual ao custo de armazenagem, R\$0,42 por cada quilo de gesso e para ambos os insumos.

#### 4.2 CUSTO TOTAL DE PROCESSAMENTO

Outro valor de grande importância para ser definido é o custo de processamento, de forma que exprima quanto é gasto pela empresa por cada entrega de gesso. Para isso, foram coletadas informações juntamente ao setor de Logística para definir quais gastos ocorriam em cada viagem, a distância entre a empresa objeto de estudo e seu fornecedor de gesso, preço de combustível e estipular a média para os gastos variáveis, tendo os resultados presentes na Tabela 8.

Tabela 8 – Custo de processamento

Aproveitamento (L/Km)	0,39
Distância (Km)	1.096
Carregamento Médio (kg)	30.000
Combustível (R\$/L)	5,93
Alimentação (R\$)	360
Gastos variáveis (R\$)	450

Fonte: O Autor (2024).

Através dos dados coletados, o valor do Custo de Processamento foi calculado:

$$C_{Proc} = (0,39 \times 1096 \times 5,93) + 360 + 450$$

$$C_{Proc} = R\$ 3376,86$$

#### 4.3 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA (LEC)

Para a definição do LEC, foram definidos inicialmente, o custo unitário para cada tipo de gesso, a demanda média e o desvio padrão mensal, que será o período selecionado para as demais análises do estudo. A Tabela 9 apresenta os valores encontrados, onde o custo unitário foi definido através das últimas compras de matéria prima feitas entre os meses de abril e junho de 2024 e o desvio padrão encontrado através dos dados da Tabela 2.

Tabela 9 – Custo unitário e desvio padrão mensais

	Custo Unitário (R\$)	Demanda Mensal (Kg)	Desvio Padrão Mês (Kg)
Gesso Comum	0,44	70.178	13.197,06
Gesso CERAM70	0,49	111.919	15.479,83

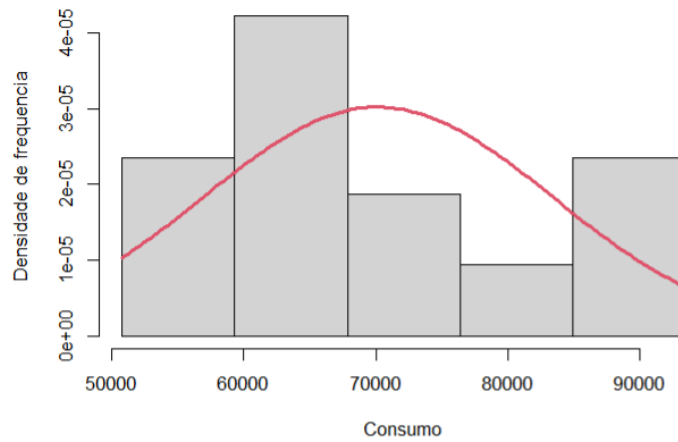
Fonte: O Autor (2024).

Pela necessidade de utilização de valores estatísticos dos dados para calcular o lote econômico, foram feitas algumas análises para averiguar a normalidade dos dados, dando mais credibilidade aos posteriores valores encontrados no decorrer desta seção. Para fazer essas análises, foi utilizado o *RStudio* como um *software* facilitador e de referência para esse tipo de verificação.

Essa avaliação é crucial para a implementação dos métodos apresentados nesse trabalho, já que para o cálculo dos valores de estoque de segurança é utilizado o nível de serviço, que pressupõe que os dados seguem uma distribuição normal e que dão base para as propostas de ressuprimento apresentadas na seção 4.4. Portanto, foram gerados inicialmente histogramas para uma avaliação gráfica do comportamento das frequências. As Figuras 06 e 07 apresentam os resultados obtidos.

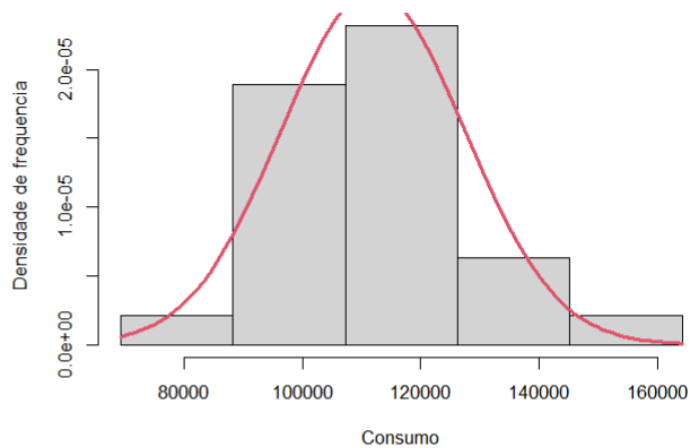


Figura 06 – Histograma de gesso comum (70GA)  
Consumo de Gesso Mensal - 70GA



Fonte: O Autor (2024).

Figura 07 – Histograma de gesso CERAM70  
Consumo de Gesso Mensal - CERAM70



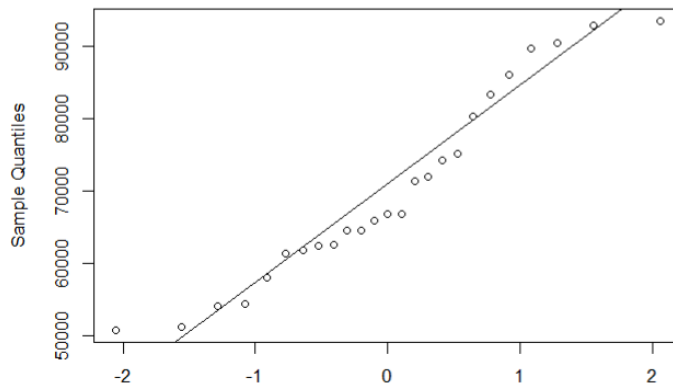
Fonte: O Autor (2024).

Para o histograma relativo ao Gesso Comum, não é tão clara a adequação dos valores à curva de normalidade, indicando que, sozinho, o gráfico não é suficiente para chegar em uma conclusão de que os dados seguem uma distribuição normal. Já para o histograma do Gesso CERAM70, a curva em vermelho apresenta o comportamento esperado para que os dados possam ser classificados como seguindo uma distribuição normal. Em todo caso, se faz necessária uma investigação mais assertiva, utilizando em conjunto outros métodos para constatar a característica de normalidade para cada um dos conjuntos de dados.

Como outro meio de avaliação qualitativa de normalidade, foram gerados gráficos *quantile-quantile* (QQ) que, segundo YANG *et al.* (2023) geram um espaço de probabilidade normal formando uma série de números aleatórios que teoricamente

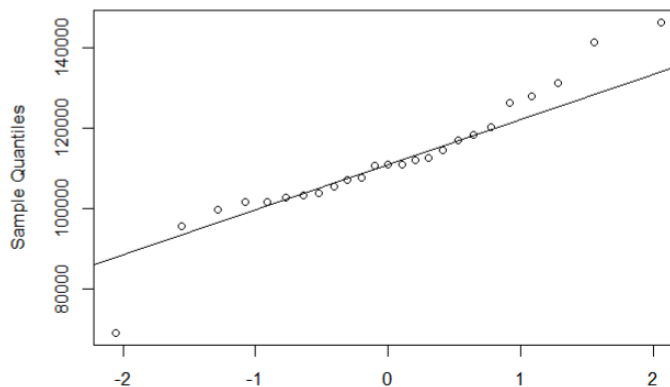
exibem um comportamento normal e os compara com os dados amostrais fornecidos. Como resultado, o gráfico apresenta os dados em uma trajetória ascendente que pode ser comparada com a reta de normalidade. Para os dados deste estudo, os resultados encontrados estão disponíveis nas Figuras 08 e 09.

Figura 08 – Gráfico QQ do gesso comum  
**Gesso 70GA - Mes**



Fonte: O Autor (2024).

Figura 09 – Gráfico QQ do gesso CERAM70  
**Gesso CERAM70 - Mes**



Fonte: O Autor (2024).

Assim como nos histogramas, para os gráficos QQ os dados apresentam uma boa aderência ao comportamento de uma distribuição normal, reforçando as conclusões tidas anteriormente.

Entretanto, por mais que meios qualitativos possam gerar bons resultados, é crucial utilizar métodos quantitativos que reiterem as conclusões obtidas ou desmintam possíveis conclusões errôneas que algum gráfico pode gerar. Como métodos quantitativos de confirmação, foram utilizados dois testes de hipótese que investigam

a normalidade em um conjunto de dados, sendo eles o Shapiro-Wilk e o Kolmogorov-Smirnov.

Em ambos os testes, o conjunto de hipóteses em investigação podem ser descritas como:

- $H_0$ : Os dados seguem uma distribuição normal;
- $H_1$ : Os dados não seguem uma distribuição normal.

Tendo esses parâmetros em conhecimento, para o teste de Shapiro-Wilk, as Figuras 10 e 11 apresentam os resultados do teste para cada tipo de gesso.

Figura 10 – Shapiro-Wilk para gesso comum  
Shapiro-wilk normality test

```
data: dados1$GC1
W = 0.93587, p-value = 0.1188
```

Fonte: O Autor (2024).

Figura 11 – Shapiro-Wilk para gesso CERAM70  
Shapiro-wilk normality test

```
data: dados1$G701
W = 0.93869, p-value = 0.1381
```

Fonte: O Autor (2024).

Como o teste avalia os dados em um nível de confiança de 95%, caso o valor  $p$  seja inferior a 0,05 a hipótese nula é rejeitada. Como para ambos os cenários, o valor  $p$  foi superior ao parâmetro apresentado, não se pode rejeitar a hipótese nula e se assume que os dados seguem uma distribuição normal.

Para o teste de Kolmogorov-Smirnov, foi feito o processo de maneira semelhante, tendo os resultados disponíveis nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Kolmogorov-Smirnov para gesso comum  
One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: dados1$GC1
D = 0.15944, p-value = 0.4989
alternative hypothesis: two-sided
```

Fonte: O Autor (2024).

Figura 13 – Kolmogorov-Smirnov para gesso CERAM70  
One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: dados1$G701
D = 0.13721, p-value = 0.684
alternative hypothesis: two-sided
```

Fonte: O Autor (2024).

De forma semelhante, os valores de p encontrados para os dados dos dois tipos de gesso foram superiores a 0,05 indicando que a hipótese nula não pode ser rejeitada e se assume que os dados seguem uma distribuição normal. Com isso, é possível afirmar com mais convicção que tanto para o Gesso 70GA como para o Gesso CERAM70 a hipótese de normalidade se aplica.

Em um cenário onde a normalidade não pudesse ser atestada, é importante que outras abordagens sejam utilizadas tanto para o cálculo do estoque de segurança, como os métodos presentes na obra de Chopra e Meindl (2016) envolvendo a transformação dos dados utilizando escala logarítmica, raiz quadrada ou também utilizando a transformação de Box-Cox (BOX; COX, 1964), podendo também recorrer a métodos não paramétricos (CONOVER, 1999) para dados que não apresentam a característica de normalidade.

Tendo a normalidade inferida e comprovada, as próximas análises podem ser feitas com um nível maior de credibilidade, sendo o próximo passo utilizar esses valores encontrados na Tabela 9 com os custos totais de manter e de processamento previamente definidos de forma a calcular o LEC com o auxílio da Equação 7. Os resultados podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 – Lote econômico de compra

	Custo de Proc (R\$)	Demanda Mensal (Kg)	Custo de Posse (R\$)	LEC (Kg)
Gesso Comum	3.376,86	70.178,24	0,42	<b>33.544,85</b>
Gesso CERAM70	3.376,86	111.918,84	0,42	<b>42.303,83</b>

Fonte: O Autor (2024).

Como resultado, o valor do lote econômico de compra para o Gesso Comum (70GA) é de 33.600Kg e para o Gesso CERAM70 o valor do lote econômico é de 42.400Kg.

Tendo o valor do LEC, é possível calcular quantas reposições durante o mês serão necessárias para atender ao valor encontrado para a demanda mensal de cada tipo de matéria prima. Além disso, é com o total de insumos que deverão ser

comprados que é possível calcular o custo total mensal envolvendo a estocagem dos dois gessos. A Tabela 11 mostra os valores obtidos.

Tabela 11 – Custo de estocagem

	LEC (Kg)	N° de Reposições	Custo de Estoque (R\$)
Gesso Comum	33.544,85	<b>3</b>	43.688,66
Gesso CERAM70	42.303,83	<b>3</b>	65.138,02

Fonte: O Autor (2024).

Ao final, para o Gesso Comum serão necessárias 3 reposições durante o mês e o custo total será de R\$43.688,66 e, para o Gesso CERAM70, serão necessárias também 3 reposições mensais, tendo um custo total de R\$65.138,02.

#### 4.4 SISTEMAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES

Após o cálculo do LEC, é possível construir os cenários de análise para a seleção do melhor sistema de reposição para os estoques da empresa. Visando observar abordagens diferentes, será utilizado no Cenário 1 uma proposta de sistema de reposição contínuo e no Cenário 2 o sistema de reposição periódico.

##### 4.4.1 Cenário 1: Reposição Contínua

Como parâmetros para a construção do cenário, foi utilizado para o valor do estoque de segurança um nível de serviço de 95,00%, levando a um número de desvios-padrão de 1,65 (variável K da Equação 14) conforme a Tabela 01. Sendo o tempo de reposição de 3 dias e sabendo o desvio padrão mensal da demanda dos dois tipos de gesso, utilizando a Equação 11, o valor do estoque de segurança que atende ao nível de serviço definido pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12 – Estoque de segurança sistema contínuo

	Desvio Padrão Mês (Kg)	Lead Time (Mês)	N° de Desvios	Est. De Segurança (Kg)
Gesso Comum	13.197,06	0,10	1,65	6.886
Gesso CERAM70	15.479,83	0,10	1,65	8.077

Fonte: O Autor (2024).

O valor encontrado para o estoque de segurança do Gesso Comum (70GA) foi de 6.900Kg, já para o Gesso CERAM70 foi de 8.100Kg. A partir desses valores é

possível, então, definir o ponto onde se faz necessário o ressuprimento, a partir do qual uma nova solicitação de compra deve ser efetuada para que não haja falta de matéria-prima.

Para o cálculo do Ponto de Pedido (PP) foi utilizada a Equação 12, utilizando a demanda mensal e o *lead time* de entrega já convertido para a mesma unidade da demanda, sendo dividido por 30. A Tabela 13 mostra os resultados encontrados.

Tabela 13 – Ponto de ressuprimento sistema contínuo

	Est. De Segurança (Kg)	Demanda Mês (Kg)	Lead Time Mês	Ponto de Ressup. (Kg)
Gesso Comum	6.886	70.178	0,10	13.904
Gesso CERAM70	8.077	111.919	0,10	19.269

Fonte: O Autor (2024).

Por fim, foi encontrado um valor de 14.000Kg para o Gesso Comum e 19.300Kg para o Gesso CERAM70, de forma que, quando os respectivos estoques atinjam esse valor limite, uma nova compra seja feita, utilizando como lote de compra o valor do LEC obtido na Tabela 10.

#### 4.4.2 Cenário 2: Reposição Periódica

Assim como no Cenário 1, o valor do nível de serviço selecionado foi de 95,00% e, em conjunto com o responsável pela compra de matéria-prima, foi definido um Tempo de Ciclo (TC) de 1 mês, para que sempre seja feita a solicitação de compra de material. Esse TC foi definido levando em consideração um cenário que fosse adequado para a empresa planejar como serão feitas as entregas e também atendessem à disponibilidade do fornecedor. Utilizando a Equação 14 foi possível obter, assim, o Estoque de Segurança para as matérias-primas, conforme a Tabela 14.

Tabela 14 – Estoque de segurança sistema periódico

	Desvio Padrão Mês (Kg)	Período (Mês)	Lead Time (Mês)	N° de Desvios	Est. De Segurança (Kg)
Gesso Comum	13.197,06	1,00	0,10	1,65	22.838
Gesso CERAM70	15.479,83	1,00	0,10	1,65	26.788

Fonte: O Autor (2024).

Para o sistema de reposição periódico, os valores de estoque de segurança encontrados foram de 22.900Kg para o Gesso Comum e 26.800Kg para o Gesso

CERAM70. A partir desse valor encontrado, é possível verificar o valor do Estoque Máximo, utilizando a Equação 15. O resultado está disponível na Tabela 15.

Tabela 15 – Estoque máximo sistema periódico

	Est. De Segurança (Kg)	Período (Mês)	Lead Time (Mês)	Demanda Mensal (Kg)	Est. Máximo
Gesso Comum	22.838	1,00	0,10	70.178	100.034
Gesso CERAM70	26.788	1,00	0,10	111.919	149.899

Fonte: O Autor (2024).

Os valores de Estoque Máximo para as matérias-primas foram de 100.100Kg para o Gesso Comum e 149.900Kg para o Gesso CERAM70. Tendo esse valor, é possível, então, definir quais são as quantidades a serem compradas mensalmente, calculando a diferença entre o estoque máximo e o estoque de segurança (Equação 16). O resultado está disponível na Tabela 16.

Tabela 16 – Sugestão de lote de compra sistema periódico

	Gesso Comum	Gesso CERAM70
<b>Estoque Máximo (Kg)</b>	100.034,03	149.899,11
<b>Estoque de Seg. (Kg)</b>	22.837,96	26.788,38
<b>Quant. a ser comprada (Kg)</b>	<b>77.196</b>	<b>123.111</b>

Fonte: O Autor (2024).

Logo, para cada intervalo de um mês, a empresa deve fazer uma solicitação de compra de 77.200Kg de Gesso Comum e 123.200Kg do Gesso CERAM70, sendo esses valores uma sugestão já que variações na demanda podem modificar a quantidade a ser comprada. Além disso, a entrega desses insumos está condicionada à disponibilidade da empresa fornecedora e da empresa objeto de estudo, podendo ser feita em momentos distintos dentro do mês de compra.

#### 4.5 SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA

Com os resultados obtidos em ambas abordagens de sistema de reposição, é necessário alinhar se os requisitos de cada cenário se adequam à realidade da empresa e se podem ser implementados. Para auxiliar nesse processo, o setor de Compras da empresa ofereceu auxílio para sanar dúvidas com relação às características e especificações dos pedidos de compra e das entregas. A Figura 14 apresenta as principais barreiras para a implementação de cada cenário construído.

Tabela 17 – Barreiras de implementação para cada cenário proposto

CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Atraso na entrega	Capital financeiro alto
Flexibilidade do Fornecedor	Volume alto de insumos a ser fornecido
Pausas no processo	Possibilidade de fracionamento da entrega
Disponibilidade de motoristas	

Fonte: O Autor (2024).

Para o Cenário 1, é necessário que a empresa fornecedora tenha flexibilidade para atender aos pedidos em momentos imprecisos, visto que não se tem certeza de quando será necessária a reposição do estoque e a entrega deve ser feita sempre em tempo hábil. Essa flexibilidade existe e é possível fazer pedidos em momentos aleatórios, com risco, apenas, de algum atraso na entrega caso seja próximo do fim de semana onde, no domingo, os motoristas da empresa estudada não trabalham. Porém, essa imprevisibilidade pode impactar na disponibilidade de caminhões que estejam passando pela região do fornecedor, podendo aumentar ainda mais o *lead time* de entrega por não ter como efetivar as atividades logísticas no dia que a matéria-prima está disponível para transporte.

Para o Cenário 2, por mais que tenha a característica de previsibilidade por sempre efetuar uma compra no mesmo momento, a cada período de tempo fixo (um mês), o volume de matéria-prima a ser comprada é elevado, de forma que a disponibilidade do gesso por parte do fornecedor deve ser avaliada, bem como do capital financeiro para o pagamento do pedido. Foi informado pelo setor de Compras que é possível conciliar o volume da compra para que seja fracionado em mais de uma entrega, em momentos distintos dentro do tempo de ciclo, como forma de garantir a disponibilidade do fornecedor e a consolidação do pedido com o Financeiro da empresa.

Como complemento, a Tabela 18 apresenta os custos totais de estoque para cada um dos cenários construídos. Utilizando a Equação 6 para encontrar esses valores, os resultados obtidos foram:

Tabela 18 – Custo total de estoque para os cenários 1 e 2

	Cenário 1 (R\$)	Cenário 2 (R\$)
Gesso Comum	43.688,66	48.886,95
Gesso CERAM70	65.138,02	76.138,03

Fonte: O Autor (2024).



Os custos relativos aos estoques no Cenário 2 foram maiores, se comparados ao Cenário 1, já que o volume de insumos estocados durante o intervalo de tempo entre as compras é superior, necessitando de um investimento maior na armazenagem.

Considerando os pontos apresentados e os custos de estoque em ambos os cenários, é possível identificar que o Cenário 2, mesmo tendo um custo de manutenção dos estoques maior, apresenta uma maior adequação para implementação na empresa, por conseguir trazer previsibilidade para a empresa analisada e seu fornecedor, além de permitir que a reposição possa ser feita de forma fracionada, podendo ser feitos os agendamentos com o alinhamento da disponibilidade dos caminhões.

A adoção do Cenário 1 acarretaria em maior imprevisibilidade com relação ao fornecimento dos insumos e a necessidade frequente de avaliação do estoque, atividade essa que tem sido negligenciada no cenário atual do setor de preparação de moldes, podendo ser uma barreira que atrapalhe a implementação do sistema de reposição contínuo, mesmo tendo um custo de manutenção menor que o sistema periódico.

#### 4.6 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Atualmente a preparação de moldes não conta com um gerenciamento eficaz de seus estoques de matéria prima, sendo feito diariamente o cálculo da quantidade consumida e planejado empiricamente os valores de gesso que deverão ser comprados, sem a real garantia da acurácia desse valor e sem o conhecimento preciso do que ainda existe de estoque para planejar da melhor maneira possível o recebimento dos insumos.

O cenário atual, então, se mostra insuficiente, tendo desvantagens como:

- Alguns atrasos no transporte da matéria-prima;
- Paradas em alguns processos do sistema produtivo;
- Imprevisibilidade sobre os atuais níveis de estoque que a empresa possui;
- Dificuldade na tomada de decisão pelo gestor do setor de preparação de moldes.

A adoção de um sistema de reposição de estoques trará benefícios organizacionais como:

- Dar base para o gestor compreender a dinâmica da utilização das matérias-primas;
- Alinhar as reais necessidades com o setor de Compras e garantir que não haja momento de falta de gesso;
- Ter informações confiáveis para a tomada de decisão;
- Impedir que paradas no setor ocorram frequentemente.

Além disso, será possível direcionar esforços para continuamente aprimorar os processos de estocagem e desenvolver métodos que aumentem ainda mais o desempenho das operações sem gerar custos demasiadamente altos para manutenção de altos estoques e de solicitações de compra não planejadas.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar, em uma empresa de louças sanitárias, a configuração atual e as operações que envolvem a estocagem de dois tipos de gesso, sendo o Gesso Comum (ou Gesso 70GA) e o Gesso CERAM70, que são a matéria-prima base para a produção dos moldes que dão conformidade aos produtos comercializados pela organização. Foi observado a presença de algumas inconformidades no funcionamento do setor, como a falta de conhecimento sobre os níveis do estoque e a ausência de um plano de ressuprimento de matérias-primas, gerando situações de atraso na entrega dos moldes e paradas no setor por falta de algum tipo de gesso.

Como forma de melhorar o controle de estoque, foi proposto no trabalho a criação de dois cenários de análise com sistemas de reposição distintos para posterior avaliação de qual poderia ser melhor implementado pela empresa. No Cenário 1 foi utilizada a reposição contínua, chegando a um valor de Estoque de Segurança de 6.900Kg para o Gesso Comum e 8.100Kg para o Gesso CERAM70, com valores de ponto de ressuprimento de 14.000Kg e 19.300Kg, utilizando o Lote Econômico de Compra calculado de 33.600Kg e 42.400Kg, respectivamente. Para o Cenário 2 foi proposto uma reposição periódica, feita em um tempo de ciclo de um mês e tendo como resultado valores de Estoque de Segurança de 22.900Kg para o Gesso Comum e 26.800Kg para o Gesso CERAM70, com valores de estoque máximo de 100.100Kg e 149.900Kg além de lotes de compra de 77.200Kg e 123.200Kg, respectivamente.

Após a criação dos cenários, foi avaliado a adequação de cada abordagem com o cenário da empresa e de seu fornecedor, de forma que o Cenário 2 (Reposição Periódica) se mostrou mais interessante por permitir um planejamento eficiente do transporte do gesso, que é feito pela própria empresa, já que mesmo a compra sendo feita uma única vez ao mês, o total comprado pode ser coletado de forma fracionada. Com isso, o gestor do setor pode direcionar seus esforços para controlar as variações no estoque e manter o setor de Compras atualizado sobre o comportamento do consumo de matéria-prima.

Apesar de já fornecer meios de melhorar a gerência da preparação de moldes e a tomada de decisões sobre seus insumos, deve-se destacar que é necessária a atenção para o controle dos valores de estoque e que o acompanhamento diário desse parâmetro, alinhando o cenário real com a previsão proposta. Como próximos passos,

é possível dedicar esforços para buscar aperfeiçoar a forma que o transporte é efetuado, já que os dois tipos de gesso são fornecidos pela mesma empresa e podem ser transportados juntos, tendo potencial para estudos de dimensionamento e otimização de espaço nos baús dos caminhões, baseado no volume disponível em cada caminhão alocado.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a comparação entre outras abordagens para o cálculo do Lote Econômico de Compra como o Modelo de Lote Econômico Estocástico (BRADLEY; CONWAY, 2003), o Modelo de Lote de Compra com Demanda Variável (SILVER *et al*, 1998) ou Modelos de Lote de Compra com Inflação (FENSTERSEIFER; HOPPEN, 1985). Com isso é possível averiguar se valores mais precisos podem ser encontrados, se adequando ainda mais ao comportamento das operações da empresa estudada. Além disso, outras partes da logística de entrega podem ser estudadas e melhoradas, como a otimização da utilização do espaço nos baús dos caminhões e o melhor mix das quantidades de gesso para ser entregue por cada coleta.

## REFERÊNCIAS

- ANFACER. **Números do Setor Cerâmico**. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/numeros-do-setor>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento Da Cadeia De Suprimento: Logística Empresarial**. 5ª Edição ed. [s.l.] Artmed, 2008.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas – Histórico**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. **An Analysis of Transformations**. Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology, v. 26, n. 2, p. 211–243, 1 jul. 1964.
- BRADLEY, J. R.; CONWAY, R. W. **Managing Cyclic Inventories**. Production and Operations Management, v. 12, n. 4, p. 464–479, dez. 2003.
- CHIAVENATO, I. **Administração De Materiais**. 3ª Edição ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**. 6. ed. Pearson, 2016.
- CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 3. ed ed. New York, NY Weinheim: Wiley, 1999.
- FENSTERSEIFER, J. E.; HOPPEN, N. **Sobre alguns modelos de lote econômico de compras com inflação**. Revista de Administração de Empresas, v. 25, n. 2, p. 53–60, jun. 1985.
- FERREIRA, L. S. et al. Logística Em Evento: Estudo De Caso De Uma Comissão De Formatura Localizada No Interior Do Sul De Minas Gerais. **Pensamento & Realidade**, v. 35, n. 1, p. 47–62, 7 out. 2020.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos De Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONÇALVES, P. S. **Logística e cadeia de suprimentos: O essencial**. 1ª Edição ed. São Paulo: Editora Manole, 2013.
- GOULART, T. M. **Aplicação De Ferramentas De Gestão De Estoques E Métodos De Previsão De Demanda Em Uma Microempresa Do Setor De Comércio Varejista**. TCC—Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2017.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração De Materiais E Recursos Patrimoniais**. 3º Edição ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2009.

MME. **Anuário Estatístico do Setor de Não Metálicos 2019**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, , 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacaomineral/publicacoes>>. Acesso em: 6 jun. 2024

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2º Edição ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MORGENSTERN, E. **O Mar Sem Estrelas**. Tradução: Isadora Prospero. São Paulo, SP: Editora Morro Branco, 2021.

SATWIKA, S. A.; TSUROYA, N. Improvement of the Coal Inventory Management System Using the Economic Order Quantity Method: A Case Study of PT Petrokimia Gresik. Em: *Advances in Economics, Business and Management Research*. Dordrecht: Atlantis Press International BV, 2023. v. 223p. 1046–1055.

SEBRAE. **Entenda a importância da gestão de estoque**. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-melhorar-a-gestao-de-produtos-no-varejo,6ed4524704bdf510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 9 set. 2024.

SILVA, M. N. P. DA. **Taxas Equivalentes**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/matematica/taxas-equivalentes.htm>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SILVER, E. A. et al. **Inventory management and production planning and scheduling**. 3rd ed ed. New York: Wiley, 1998.

SINDUSGESSO. **Dados do Setor**. , 2024. Disponível em: <<https://sindusgesso.org.br/dados-do-setor/>>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8º Edição ed. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2018.

SOUSA, A. A. D.; VIAGI, A. F. Modelo Com Aplicação De Revisão Periódica E Revisão Contínua Na Gestão De Estoques De Uma Indústria De Autopeças / Periodic And Continuous Review Model Of Inventory Management In Automobile Industry. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7497–7522, 2021.

TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimentos uma perspectiva gerencial**. 1º Edição ed. São Paulo: Addison-Wesley, 2005.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle Da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

VIANA, J. J. **Administração De Materiais: Um Enfoque Prático**. 1º Edição ed. São Paulo: Atlas, 1999.

WANKE, P. Formalizando uma política de estoques para a cadeia de suprimentos. n. 48, p. 76, 1999.

YANG, C. et al. Application of the Hoffmann, Bhattacharya, nonparametric test, and Q-Q plot methods for establishing reference intervals from laboratory databases. **Clinical Biochemistry**, v. 113, p. 9–16, mar. 2023.