

# Dimensionamento dos Parâmetros de Estoque e Lote Econômico de Compra de Aço em uma Empresa de Concreto Pré-Fabricado

**Autor: Gabriel Moller Miola**  
gabriel.miola@edu.pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Orientador: Rafael Roco de Araújo**  
Rafael.Araujo@.pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Resumo:** Este estudo foi realizado em uma fábrica de concreto pré-fabricado, com o objetivo de melhorar a gestão dos estoques de aço, identificando oportunidades para otimizar o controle e reduzir os atrasos na produção. A análise revelou que a falta de políticas de estoque adequadas resultava em níveis baixos de inventário, compras sem padronização de lotes e atrasos nos pedidos, uma vez que não eram feitos no ponto de reposição ideal. A ausência de um sistema de controle eficiente gerava problemas como escassez de materiais essenciais, o que impactava negativamente a produção e os prazos de entrega. Com base nesse diagnóstico, o estudo propôs a implementação de uma política de estoques estruturada, estabelecendo parâmetros chave, como o lote de compra, o ponto de reposição e o estoque de segurança. O objetivo é otimizar a reposição de materiais, garantir a disponibilidade contínua dos insumos necessários para a produção e reduzir riscos de desabastecimento. A partir da aplicação das etapas, foi possível delimitar os parâmetros do estoque, que atendessem a demanda e suas variações.

**Palavras-Chave:** Dimensionamento de Estoque; Estoque de Segurança; Lote Econômico de Compra; Ponto de Reposição

## 1. Introdução

De acordo com informações da Worldsteel Association, que reúne 71 países responsáveis por mais de 85% da produção global de aço, a produção mundial manteve-se estável em 2023. O volume total produzido foi de 1.888,2 milhões de toneladas, praticamente idêntico ao registrado no ano anterior, que foi de 1.888,7 milhões de toneladas. A China permaneceu como líder global na produção, contribuindo com 1.019,1 milhões de toneladas. O Brasil, por sua vez, ocupou a nona posição no ranking, com uma produção de 31,9 milhões de toneladas. Esse desempenho brasileiro representou uma redução de 6,5% em comparação ao ano anterior, conforme divulgado na nota oficial da entidade. (WORLDSTEEL ASSOCIATION, 2023)

O Brasil, ao enfatizar a importância de uma interação contínua com o setor produtivo, delineou uma série de iniciativas governamentais com o intuito de fortalecer a indústria de aço no país. Como resultado dessas medidas, foram direcionados R\$ 100 bilhões em investimentos,

visando aumentar a competitividade do setor. Essas ações têm sido essenciais para a modernização e o crescimento da indústria nacional, com a perspectiva de melhorar o desempenho no mercado global. (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024).

A indústria siderúrgica no Brasil desempenha um papel fundamental tanto na geração de empregos quanto na contribuição ao Produto Interno Bruto (PIB). A produção de aço, uma atividade de alta demanda, tem fortalecido o mercado ao longo dos anos. Segundo dados divulgados pelo Instituto Aço Brasil a produção nacional de aço bruto atingiu 19,4 milhões de toneladas entre janeiro e julho de 2024, alta de 3,3% frente a igual período do ano anterior, e as vendas internas fecharam em 12,1 milhões de toneladas, avanço de 5,6% na mesma comparação. (IAB, 2024).

Para atender à demanda e permanecer competitivo no mercado, é crucial manter um fluxo estável de materiais. A utilização de estoques e tempos de segurança é essencial para minimizar os riscos de interrupções na cadeia de suprimentos e garantir um alto nível de serviço (BALLOU, 2006).

Dentro dos estoques entra o papel da importância das previsões de demanda. Nela reside a necessidade de as empresas identificarem os recursos essenciais para programar suas atividades ao longo do tempo (KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, 2007). Apesar da complexidade envolvida em sua implementação e monitoramento, uma gestão e planejamento de demanda eficazes podem resultar em melhorias nos custos e na disponibilidade de produtos, beneficiando os resultados financeiros da empresa (BALLOU, 2006).

Uma questão fundamental no gerenciamento de estoques é a manutenção do estoque de segurança. Esse tipo de estoque é reservado para situações em que a demanda ultrapassa as previsões. Em um cenário ideal, apenas o estoque cíclico seria necessário. No entanto, devido à imprevisibilidade da demanda, as empresas mantêm estoques de segurança para lidar com aumentos inesperados. Os gestores enfrentam um desafio ao definir o nível adequado de estoque de segurança, buscando equilibrar os custos de manter um excesso de produtos e os custos decorrentes da perda de vendas por falta de estoque (CHOPRA; MEINDL, 2016).

Um estudo de caso em uma microempresa de Santa Catarina revelou que o sucesso e a lucratividade estão fortemente associados a uma gestão eficaz, planejamento adequado e controle eficiente das operações. Para isso, foram utilizados métodos como Classificação e Codificação de Materiais, Curva ABC, técnicas de Previsão de Demanda e a definição do Lote Econômico de Compra. Como resultado, foram implementadas estratégias para otimizar a organização do estoque, incluindo uma planilha específica para o controle de saldos, entradas

e saídas. Essa abordagem possibilitou análises detalhadas das demandas e aprimorou o planejamento estratégico de compras e vendas, resultando em maior eficiência operacional (CARVALHO, MAZZOTTI, 2024).

Um estudo de caso em uma empresa química apresenta um método de classificação de materiais em famílias afins, utilizando políticas distintas de ressuprimento e estoques de segurança. O objetivo é garantir o equilíbrio dos estoques e atender aos níveis de serviço exigidos pela produção. As práticas implementadas envolvem classificação multiitens, análise de padrões de demanda, políticas de ressuprimento e gestão de estoques de segurança (SANTOS, RODRIGUES, 2016).

Por último, um estudo visa aplicar o modelo de Lote Econômico de Compras (LEC) em uma empresa de Comunicação Visual para melhorar o controle de estoques, reduzindo desperdícios e custos desnecessários. O LEC ajuda a manter a quantidade ideal de produtos, evitando tanto a falta quanto o excesso de itens armazenados, garantindo eficiência e economia. Um estudo de caso na empresa fictícia TAU foi realizado, aplicando o LEC com e sem ponderações, para avaliar seu impacto na redução de custos e na otimização do processo de reposição de estoque.

A empresa analisada neste trabalho atua na área de concreto pré-fabricado desde 2017 e é uma das referências na Região Sul do Brasil. Atualmente o controle de aço na empresa é feito a partir de uma contagem física e mantendo um estoque variável. O dimensionamento de estoque e o lote mínimo de compra de uma matéria prima como o aço é extremamente caro, e contando com a falta de profissionais qualificados, torna o processo ainda mais difícil. A partir disso, a empresa passou a contar com problemas de atendimento à demanda de produção, com estoques de aço baixo e compras perto do fim do estoque, ocorrendo muitas vezes atrasos na produção pela falta de reposição no estoque da matéria prima. Outro fator importante é que o valor do estoque médio é igual para todas as bitolas, mesmo que cada um tenha uma demanda diferente, causando uma diferença grande do estoque entre eles e um alto custo de armazenamento.

A partir do problema apresentado, a questão de pesquisa deste trabalho é: como dimensionar o estoque de aço para a empresa apresentada. A partir dessa questão, o objetivo geral proposto é estruturar e aplicar uma sistemática de dimensionamento dos parâmetros de estoque e de lotes econômicos de compra. O presente trabalho tem como objetivos específicos: (i) propor parâmetros de dimensionamento de estoque de aço; e (ii) garantir um nível de serviço adequado.

O estudo foi delimitado para dimensionamento dos parâmetros de estoque dos dez tipos de aço utilizados como matéria prima. Hoje a empresa é atendida por um fornecedor e mantém um estoque para cada um. A partir do modelo de revisão contínua de estoques, e os dados fornecidos pela empresa, foi possível chegar ao valor dos parâmetros de estoque e do lote econômico de compra para cada tipo de aço. Os possíveis ganhos relacionados à implementação do processo foram obtidos durante a aplicação do sistema, simulando um cenário por meio de cálculos de revisão contínua de estoques.

O presente trabalho está dividido em quatro partes, sendo a primeira a introdução, contemplando a contextualização, as justificativas, os objetivos e as delimitações. Na segunda parte são apresentados os procedimentos metodológicos contendo o método de pesquisa e o método de trabalho. A terceira parte contém os resultados da aplicação dos métodos e a análise realizada para definição dos parâmetros de estoque. Por último, são apresentadas as considerações finais da aplicação do sistema.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

A seção 2.1 trata do método de pesquisa, classificando natureza, objetivos, abordagem, procedimentos e tempo. Já na seção 2.2, é apresentado o método de trabalho, com a delimitação de cada etapa de aplicação e a descrição das atividades a serem realizadas.

### **2.1 Método de Pesquisa**

Este trabalho é de natureza aplicada, pois foca na implementação e análise prática dos valores estabelecidos para a política de estoque (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O atual trabalho trata-se de um estudo para dimensionar e otimizar os estoques de aço de uma empresa de concreto pré-fabricado, visando o aprimoramento de ideias e deixar o problema mais explícito, portanto tem caráter exploratória (GIL, 2008).

A pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa. Para a análise dos resultados estratégicos, a abordagem é qualitativa, pois os dados são tratados de forma interpretativa. Já na análise dos indicadores, a abordagem é quantitativa, visto que gera dados sobre os parâmetros de estoque e sua efetividade (ALYRIO, 2009).

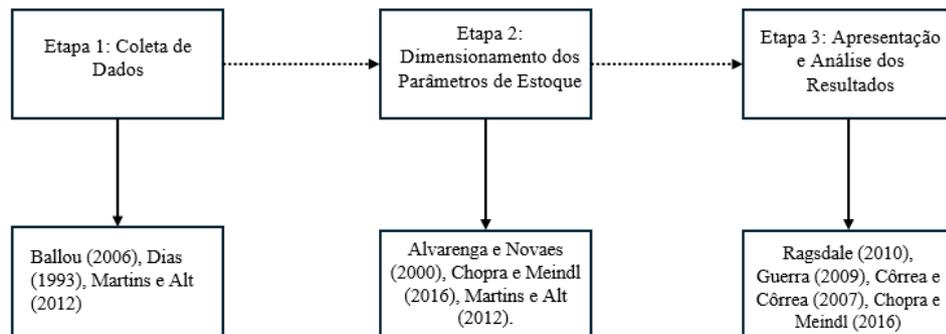
O trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, uma vez que a pesquisa foca em um grupo específico dentro de uma empresa, considerando os dados do contexto, visando conseguir conhecimento mais a fundo a cerca deles (YIN, 2015). Esse estudo também pode ser classificado como uma pesquisa de corte transversal, pois analisa uma amostra em um único

ponto no tempo, sem considerar as variações ao longo de períodos prolongados (HOCHMAN et al., 2005).

## 2.2 Método de Trabalho

Para a realização deste trabalho, o método de trabalho foi estruturado em três etapas: (i) a coleta de dados; (ii) o dimensionamento dos parâmetros de estoque; (iii) e por último a apresentação e análise dos resultados. Na figura 1 são destacadas as principais fontes de embasamento teórico para

Figura 1 – Estrutura do Método de Trabalho



### 2.2.1 Coleta de Dados

A coleta de dados no gerenciamento de estoques é uma etapa essencial para garantir a eficiência na cadeia de suprimentos e minimizar os custos operacionais. Conforme Ballou (2006), a qualidade dos dados coletados afeta diretamente a eficiência operacional, pois informações incorretas ou incompletas podem levar tanto à falta quanto ao excesso de estoques. Ferramentas como sistemas integrados de ERP são altamente recomendadas para consolidar e automatizar o monitoramento dos dados, garantindo maior precisão. Além disso, Dias (1993) ressalta a importância de processos padronizados e equipes bem treinadas para conduzir a coleta de dados de forma uniforme e confiável.

Uma abordagem eficiente para priorizar os dados analisados é a utilização da matriz ABC, que organiza os itens do estoque com base na sua relevância. Esse método, fundamentado na Lei de Pareto (ou regra 80/20), categoriza os produtos em três classes: A, representando poucos itens de alta importância; B, itens de importância moderada; e C, itens de menor impacto no controle do estoque (Ballou, 2006). A matriz ABC não apenas simplifica o gerenciamento

de estoques, mas também direciona os esforços da empresa para itens de maior valor estratégico, facilitando a tomada de decisão e o planejamento de reposições.

De acordo com Dias (1993), os itens classificados na categoria A geralmente correspondem a cerca de 65% do investimento total em estoques, refletindo sua alta importância no controle e gestão. Já os itens da categoria B representam aproximadamente 25% do valor total, enquanto os itens da categoria C, de menor relevância financeira, correspondem a cerca de 10% desse montante. Essa divisão destaca a aplicação do princípio 80/20, onde a maior parte dos recursos é concentrada em poucos itens críticos, otimizando a alocação de esforços e investimentos.

Por fim, uma coleta de dados eficiente deve considerar não apenas os aspectos internos, mas também informações externas, como previsões de mercado e mudanças nas preferências dos consumidores. Martins e Alt (2012) enfatizam que um gerenciamento de estoques bem-sucedido depende da capacidade de analisar os dados de forma holística, identificando gargalos e ajustando processos continuamente. A aplicação de ferramentas como relatórios de demanda garantem uma visão mais ampla e precisa do cenário operacional. Essas práticas, quando bem implementadas, reduzem os custos de manutenção de estoques e aumentam a competitividade das empresas.

## **2.2.2 Dimensionamento dos parâmetros de estoque**

Nessa segunda atividade do método, é onde se propõe dimensionar os parâmetros do estoque e definir os parâmetros de reposição. Há duas abordagens principais para controlar e restabelecer o estoque com o objetivo de minimizar custos: (i) o sistema de revisão contínua; (ii) e o sistema de revisão periódica.

A primeira envolve intervalos variáveis entre as revisões de estoque, enquanto a quantidade encomendada em cada pedido permanece constante. Na segunda, os intervalos entre as revisões são fixos, e a quantidade encomendada varia a cada pedido. A vantagem do sistema de revisão contínua está no fato de exigir um estoque de segurança menor, tendo um intervalo de revisões variável (ALVARENGA, NOVAES, 2000).

Para um sistema de revisão contínua de estoques, alguns parâmetros de estoque devem ser definidos. O primeiro parâmetro considerado na política de gestão de estoques é a quantidade a ser adquirida em cada pedido, o que exige a determinação do tamanho do lote. Conforme descrito por Chopra e Meindl (2016), o Lote Econômico de Compra (LEC) no modelo de revisão contínua é constante e pode ser calculado pela equação 1.

$$LEC = \sqrt{\frac{2DS}{mc}} \quad (1)$$

Onde D é a Demanda do período em análise, C é o Custo de Material, S o Custo por Lote e M o Custo de Manutenção de Estoque.

Outro elemento essencial na política de estoques é determinar o momento ideal para realizar uma nova compra, conhecido como ponto de reposição. Para calcular esses pontos de reposição, é fundamental conhecer o *lead time* de entrega do item e a demanda correspondente ao período de espera (CHOPRA; MEINDL, 2016). Conforme Martins e Alt (2012), o ponto de pedido ou reposição (PP) pode ser obtido através da equação (2).

$$PP = (TA \times D) + ES \quad (2)$$

Onde TA é o tempo de atendimento, também chamado de lead time, D é a demanda e ES é o estoque de segurança.

Por fim, outro aspecto essencial no controle de estoques é o uso do estoque de segurança. Este estoque extra serve para cobrir aumentos inesperados na demanda ou interrupções no abastecimento, atuando como uma camada adicional de proteção contra picos de consumo (Buzacott; Shanthikumar, 1994). Para calcular o estoque de segurança em uma cadeia de suprimentos, é necessário avaliar três questões principais: (i) Qual é o nível ideal de disponibilidade do produto? (ii) Quanto de estoque de segurança é preciso para atingir o nível desejado de disponibilidade? (iii) Quais ações podem ser implementadas para reduzir o estoque de segurança sem comprometer a disponibilidade do produto? (CHOPRA; MEINDL, 2016). Conforme Martins e Alt (2012), o estoque de segurança pode ser calculado a partir da equação (3),

$$ES = Z \times sD \times \sqrt{TA} \quad (3)$$

Onde Z é a distribuição normal do nível de atendimento, sD é o desvio padrão da demanda e TA o lead time ou tempo de atendimento.

Já em relação ao modelo de revisão periódica, o estoque de segurança pode ser calculado, conforme Martins e Alt (2012), através da equação (4).

$$ES = Z \times sD \times \sqrt{IP + TA} \quad (4)$$

Onde Z é a distribuição normal do nível de atendimento, sD é o desvio padrão da demanda, IP é o intervalo entre pedidos e TA o lead time ou tempo de atendimento.

Ainda dentro desse modelo de revisão, um parâmetro importante é o intervalo entre pedidos, onde consiste em emitir os pedidos de compras em lotes em intervalos de tempo fixos, sendo encontrado através da equação (5) (MARTINS; ALT, 2012).

$$IP = \frac{Q}{D} \quad (5)$$

Onde Q representa o tamanho do lote e D a demanda do período analisado.

### 2.2.3 Apresentação e Análise dos Resultados

A última etapa trata da análise e interpretação dos resultados obtidos na fase anterior. Segundo Ragsdale (2010), o modelo mais eficaz é o mais simples, aquele capaz de representar de forma precisa as características essenciais do problema em questão. Nesse sentido, Guerra (2009), juntamente com Corrêa e Corrêa (2007), propõem alguns indicadores chave para avaliar a eficiência da gestão de estoques: (i) o nível de faltas, que se refere à quantidade de itens faltantes e à frequência com que ocorrem ao longo do tempo; (ii) o uso do estoque de segurança (ES), que monitora o quanto o estoque adicional tem sido utilizado para evitar rupturas de fornecimento; e (iii) a margem de segurança ao longo do tempo, que mede a capacidade de resposta do sistema de estoques a variações na demanda. Esses indicadores fornecem uma ferramenta útil para comparar diretamente os resultados do modelo com o comportamento real dos estoques, permitindo, assim, validar a eficácia da estratégia adotada.

Outra prática importante nessa etapa para a análise é o número de pedidos de compra, entre o modelo estudado e o valor pedido pela empresa no período. De acordo com Chopra e Meindl (2016), o número de pedidos necessita ser suficiente para atender a demanda anual. Ele pode ser calculado através da equação (6), onde D é a demanda anual e Q é o tamanho do lote.

$$N = \frac{D}{Q} \quad (6)$$

## 3. Resultados

Esta seção do estudo busca apresentar, em detalhes, a aplicação prática do método proposto no contexto analisado. A pesquisa foi conduzida em uma empresa do setor de concreto pré-moldado localizada no estado do Rio Grande do Sul. O escopo da análise foi limitado à área de matéria-prima, com foco específico na gestão de estoques das diferentes bitolas de aço utilizadas na produção das peças.

### 3.1 Coleta de Dados

A carteira de projetos da empresa consta com diversos tipos de peças e tamanhos diferentes, de modo que a quantidade de bitolas de aço diferentes cadastradas torna inviável a

análise completa de todas elas. A partir disso, as bitolas foram selecionadas de acordo com o consumo nos dois últimos anos da empresa, totalizando oito bitolas contempladas na análise. As bitolas têm cada uma sua espessura diferente, tendo que ser cada uma analisada individualmente, não podendo ser generalizada.

A partir desses apontamentos, primeiramente foram coletados, dos últimos dois anos, os dados de consumo mensal, fornecidos pelos relatórios do Sistema ERP da empresa. Com esses dados, foi possível encontrar a demanda média mensal.

Tabela 1: Demanda média mensal de cada bitola

Bitola Aço(mm)	Demanda Ano (kg)
AÇO CA50 - Ø10	206.625,73
AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17
AÇO CA50 - Ø16	129.098,64
AÇO CA50 - Ø20	117.175,19
AÇO CA50 - Ø25	101.233,17
AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80
AÇO CA50 - Ø8	76.164,62
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, é possível observar que algumas bitolas apresentam uma demanda significativamente maior do que outras. As bitolas de 16mm e 20mm, em particular, destacam-se por sua demanda elevada, o que indica a necessidade de um monitoramento mais rigoroso em relação à reposição de seus estoques.

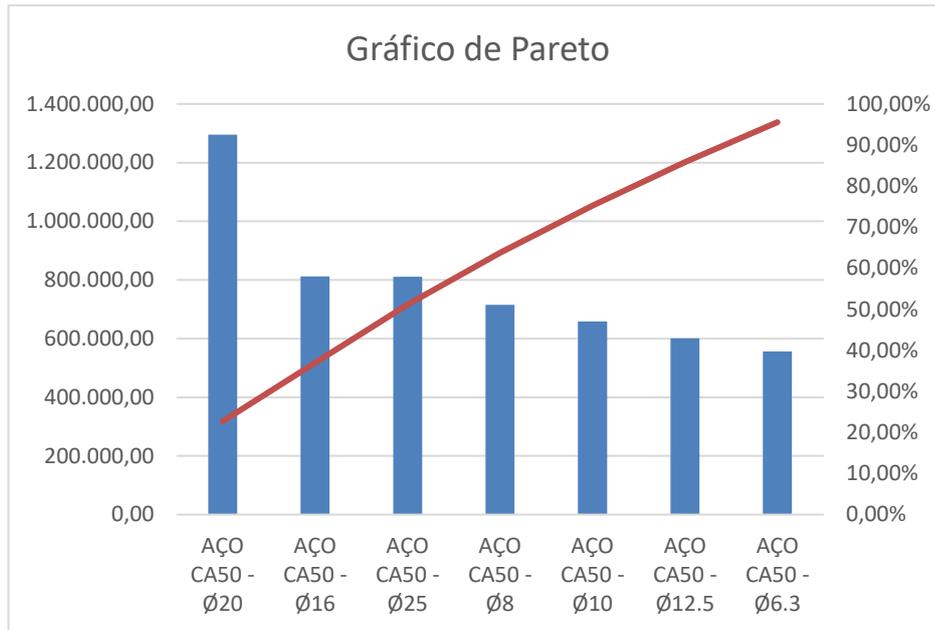
Com os dados de demanda, foi multiplicado cada bitola pelo seu valor unitário, e com esse resultado foi ordenado de forma decrescente. sendo possível calcular o valor acumulado e as porcentagens absoluta e acumulada. A partir desses dados, encontrados no APÊNDICE A, foi possível efetuar a classificação dos itens através da Curva ABC.

Tabela 2: Classificação Curva ABC

Classe	Quant Itens	Porcentagem
A	4	65%
B	2	25%
C	2	10%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, a empresa forneceu informações adicionais que foram essenciais para a definição dos parâmetros de gestão de estoque. Entre esses dados, destaca-se: (i) o *lead time*, que foi considerado um valor fixo médio de tempo de fornecimento para todas as bitolas, uma vez que o mesmo fornecedor atende a todas as dimensões; (ii) e o valor dos desvios padrão das demandas para cálculo do estoque de segurança, conforme a Tabela 2.

Tabela 3: Desvio Padrão da Demanda

Bitola Aço(mm)	Desvio Padrão Demanda
AÇO CA50 - Ø10	6.226,00
AÇO CA50 - Ø12.5	2.437,92
AÇO CA50 - Ø16	6.503,53
AÇO CA50 - Ø20	13.809,44
AÇO CA50 - Ø25	7.228,72
AÇO CA50 - Ø6.3	2.711,04
AÇO CA50 - Ø8	5.486,18
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	1.432,28

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2 Dimensionamento dos Parâmetros de Estoque

Na fase de dimensionamento dos parâmetros de estoque, alguns parâmetros citados na etapa anterior serão definidos, como: (i) o lote econômico de compra; (ii) estoque de segurança; e (iii) ponto de reposição.

O primeiro aspecto considerado é o cálculo do lote econômico de compra (LEC), essencial para otimizar os custos de aquisição e armazenamento de materiais. Atualmente, os

tamanhos dos lotes de compra de aço são definidos com base na liberação de novos projetos, sem que haja uma análise sistemática e predefinida dos tamanhos de lotes adequados para a carteira de projetos. Essa prática é reflexo de um baixo controle de estoque nessa área da empresa, o que pode resultar em compras pouco eficientes e em excesso de materiais estocados ou, ao contrário, na falta de materiais para a produção.

Para calcular o tamanho ideal do lote de compra, utilizou-se a equação (1), com os cálculos encontrados no APÊNDICE B, que estabelece o cálculo do Lote Econômico de Compra (LEC). Esse cálculo foi realizado considerando quatro variáveis fundamentais: (i) a demanda mensal (D), obtida a partir da média histórica de consumo mensal dos últimos dois anos e detalhada na Tabela 1, que proporciona uma visão das necessidades médias da empresa; (ii) o custo do pedido por lote (S), informado pela empresa, que foi determinado multiplicando o tempo necessário para realizar novos pedidos pelo custo médio da empresa por hora de trabalho; (iii) o custo por unidade de material (C), calculado a partir dos preços médios de compra das diversas bitolas de aço utilizadas; e (iv) o custo de manutenção de estoque (m), valor obtido em parceria com os setores de suprimentos e almoxarifado, o qual reflete o custo de manter os itens estocados ao longo do tempo.

Tabela 4 – Tamanho do Lote Econômico de Compra

Bitola Aço(mm)	Demanda Ano (kg)	Valor R\$ (kg)	Custo por Lote(R\$)	Custo de Manutenção Estoque	Lote Econômico(kg)
AÇO CA50 - Ø10	206.625,73	R\$ 6,50	52.557,00	0,15	15.830,57
AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17	R\$ 6,15	52.557,00	0,15	12.957,45
AÇO CA50 - Ø16	129.098,64	R\$ 6,20	52.557,00	0,15	12.812,26
AÇO CA50 - Ø20	117.175,19	R\$ 6,27	52.557,00	0,15	12.137,94
AÇO CA50 - Ø25	101.233,17	R\$ 6,28	52.557,00	0,15	11.273,08
AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80	R\$ 7,30	52.557,00	0,15	10.276,10
AÇO CA50 - Ø8	76.164,62	R\$ 6,10	52.557,00	0,15	9.921,39
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	R\$ 8,07	52.557,00	0,15	5.539,01

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com esses dados em mãos, foi possível determinar o tamanho de lote ideal para cada bitola de aço analisada, conforme mostrado na Tabela 4. Os resultados da tabela indicam que os itens que apresentaram tamanhos de lote menores são aqueles com uma demanda reduzida, sendo normalmente utilizados em tipologias de peças específicas e com menor frequência. Em contrapartida, os itens que tiveram lotes maiores são as bitolas de aço de dimensões maiores e

com alta demanda, as quais são amplamente utilizadas na produção, especialmente para fornecer sustentação e estrutura em peças de grande porte.

Esse parâmetro de dimensionamento possibilita uma gestão de estoque mais precisa e eficiente, alinhando a compra de materiais ao consumo real, minimizando custos de pedidos e de manutenção de estoque, além de evitar tanto a falta quanto o excesso de materiais. Dessa forma, a empresa pode manter uma operação mais equilibrada e adaptada às suas necessidades.

O segundo parâmetro dimensionado foi o estoque de segurança, elemento fundamental para garantir que a empresa consiga atender toda a demanda, mesmo considerando uma margem de erro para variações inesperadas. Esse estoque de segurança é essencial, pois possibilita responder a um aumento repentino de demanda sem comprometer a disponibilidade de materiais. A empresa utiliza atualmente alguns parâmetros para definir o estoque de segurança das diferentes bitolas de aço, contando com o auxílio do sistema ERP para realizar o controle mensal desses materiais. Porém, os parâmetros de estoque utilizados como referência não são revisados com frequência, e, além disso, os valores definidos são os mesmos para todas as bitolas, sem considerar variações na demanda de cada uma. Essa abordagem uniforme gera problemas na gestão de estoque, podendo resultar em falta de materiais ou excesso de inventário em algumas bitolas.

Para melhorar o atendimento às demandas e o controle de estoque, a empresa adotou uma política que estabelece um nível de serviço de 95% para a Classe A, 80% para a classe B e 70% para a classe C, considerando a natureza dos projetos atuais, que possuem uma carteira pequena e com demandas incertas. Essa política visa garantir que, mesmo com oscilações de demanda, o estoque disponível esteja dentro de um limite adequado para atendimento.

Para o cálculo do estoque de segurança, encontrados no APÊNDICE B, foi aplicada a equação (3) para o modelo de revisão contínua, previamente mencionada, que utiliza três componentes principais: (i) o desvio padrão da média da demanda mensal, calculado a partir do histórico dos últimos dois anos, fornecendo uma medida da variabilidade da demanda; (ii) o valor de não atendimento ( $Z$ ), que depende do nível de serviço desejado, assegurando um risco de ruptura mínimo; e (iii) o lead time (TA), também fornecido pela empresa, com um tempo médio de 20 dias entre o faturamento, transporte e recebimento do lote solicitado. Já para o modelo de revisão periódica foi usada a equação 4, encontrados os cálculos no APÊNDICE C, com as mesmas variáveis, mais o acréscimo do intervalo entre pedidos (IP). Esse dimensionamento permite ajustar o estoque de segurança com maior precisão, reduzindo as chances de escassez de materiais sem causar excessos, otimizando o uso de recursos e melhorando a eficiência da operação.

Tabela 5 – Estoque de Segurança

Bitola Aço(mm)	Revisão Contínua	Revisão Periódica
	Estoque de Segurança(kg)	Estoque de Segurança(kg)
AÇO CA50 - Ø10	1.499,50	2.332,10
AÇO CA50 - Ø12.5	297,08	499,95
AÇO CA50 - Ø16	2.485,84	4.187,63
AÇO CA50 - Ø20	5.278,37	9.017,06
AÇO CA50 - Ø25	2.763,03	4.835,05
AÇO CA50 - Ø6.3	652,94	1.120,73
AÇO CA50 - Ø8	2.096,98	3.873,61
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	174,54	360,50

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a análise da Tabela 5, foi possível compreender que as bitolas que tiveram um estoque de segurança maior que as outras foram as que tem um desvio padrão da demanda média maior. Com a demanda variável é necessário que os estoques de segurança sejam cada vez maiores para que não haja imprevistos.

Além disso, ao analisarmos a questão do ponto de reposição, percebemos que esse parâmetro ainda não é amplamente utilizado dentro da empresa, principalmente devido à decisão gerencial de não adotar um controle mais rígido sobre o ponto de reposição dos materiais. Atualmente, os pedidos são realizados de maneira variável, ou seja, sem um critério fixo ou estabelecido para determinar o momento ideal de reabastecimento. No entanto, ao observar as práticas de empresas que implementaram controles de ponto de reposição mais robustos, fica claro que essa ferramenta poderia ser extremamente vantajosa para a organização. A introdução de um ponto de reposição adequado ajudaria a reduzir a incerteza no processo de emissão de pedidos e garantiria uma disponibilidade contínua de material, o que é crucial, especialmente considerando que esses materiais são insumos fundamentais para a continuidade da produção. O controle adequado do ponto de reposição, portanto, não só traria mais segurança ao processo de compras, mas também contribuiria significativamente para o aumento da eficiência operacional.

Vale ressaltar que, no caso das bitolas analisadas, todas apresentam o mesmo lead time de fornecimento, o que implica que o tempo necessário para receber os materiais após a realização do pedido é fixo.

O ponto de reposição, portanto, deve ser calculado com base na equação 2, podendo ser encontrado no APÊNDICE B, que leva em consideração três parâmetros principais: (i) o *lead time*, que é o tempo necessário para o fornecimento dos materiais, e que foi fornecido pela empresa com base em informações históricas ou acordos contratuais com os fornecedores; (ii) a média da demanda histórica, que é utilizada para estimar o consumo de materiais durante o período de reposição, e que já foi analisada em parâmetros anteriores, fornecendo uma base confiável para a previsão da demanda futura; e (iii) o estoque de segurança, que consta na Tabela 4, e que é uma quantidade adicional de material destinada a cobrir possíveis variações na demanda ou atrasos no fornecimento.

Tabela 6 – Ponto de Reposição

Bitola Aço(mm)	Ponto de Reposição(kg)
AÇO CA50 - Ø10	12.657,29
AÇO CA50 - Ø12.5	7.369,80
AÇO CA50 - Ø16	9.457,17
AÇO CA50 - Ø20	11.605,83
AÇO CA50 - Ø25	8.229,62
AÇO CA50 - Ø6.3	5.933,16
AÇO CA50 - Ø8	6.209,87
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	1.870,48

Fonte – Elaborado pelo Autor

Pelos comportamentos apresentados anteriormente, conforme a Tabela 6, os itens com maior demanda mensal, apresentam um ponto de reposição elevado. Outros itens com variação na demanda também tiveram um ponto de reposição mais alto em relação aos demais, como a bitola de 10mm, devido ao seu estoque de segurança também ser maior em relação aos demais.

Por fim, para o modelo de revisão periódica, foi calculado o intervalo entre pedidos, encontrado no APÊNDICE C, com base na equação (5), levando em consideração os parâmetros onde: (i) Q representa o tamanho do lote e (ii) D a demanda do período analisado.

Tabela 7 – Intervalo entre Pedidos

Bitola Aço(mm)	Intervalo entre Pedidos
----------------	-------------------------

AÇO CA50 - Ø10	0,08
AÇO CA50 - Ø12.5	0,10
AÇO CA50 - Ø16	0,10
AÇO CA50 - Ø20	0,10
AÇO CA50 - Ø25	0,11
AÇO CA50 - Ø6.3	0,11
AÇO CA50 - Ø8	0,13
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	0,18

Fonte – Elaborado pelo Autor

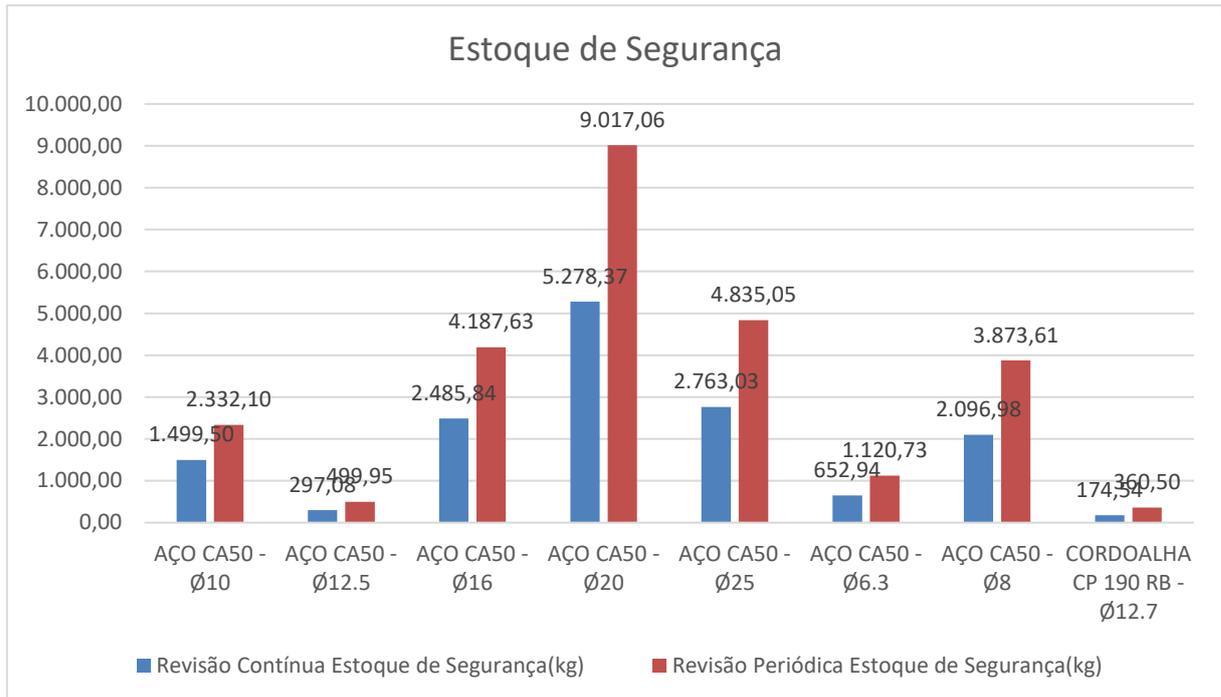
### 3.3 Apresentação e Análise dos Resultados

Com base nos parâmetros estabelecidos nas etapas anteriores, é possível desenvolver políticas de estoque e de compra mais robustas e adequadas às necessidades de cada bitola. Para cada tipo de bitola, será definido um procedimento de reposição, que envolve a compra de um lote sempre que o ponto de reposição for atingido. Esse processo garantirá que o estoque de segurança esteja sempre disponível para cobrir as variações na demanda, assegurando que a produção não sofra interrupções ou quedas de eficiência devido à falta de material.

O principal objetivo desta etapa é apresentar e analisar os resultados obtidos, buscando avaliar a eficiência da política de estoques implementada em comparação com períodos anteriores. Para isso, os dois modelos foram comparados de forma a validar que o modelo adotado inicialmente, o de revisão contínua, se apresenta como melhor opção.

Primeiramente foi comparado o valor dos estoques de segurança entre os dois modelos de revisão, conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 – Comparação de Estoque de Segurança para os dois modelos de revisão



Fonte: Elaborado pelo Autor

O gráfico da figura 3 compara os níveis de estoque de segurança calculados para os modelos de revisão contínua e periódica em diferentes produtos de aço. A revisão contínua, representada pelas barras azuis, mantém estoques de segurança menores, em comparação à revisão periódica, destacada em vermelho, que requer estoques significativamente maiores para compensar a incerteza entre revisões,

Essa diferença se deve à frequência de ajustes: no modelo contínuo, o estoque é monitorado constantemente, possibilitando reposições imediatas quando o ponto de pedido é alcançado, o que reduz a necessidade de estoques elevados. Já no modelo periódico, as reposições ocorrem em intervalos fixos, exigindo estoques maiores para cobrir variações inesperadas de demanda até a próxima revisão.

Portanto, a escolha entre os dois modelos deve considerar a criticidade do produto, a previsibilidade da demanda e os custos de manutenção, sendo que o modelo contínuo é mais eficiente para itens de alta rotatividade e maior custo unitário, enquanto o periódico pode ser adequado para produtos de menor prioridade. Para as Classes A e B, obtidos na classificação ABC e apresentados na Tabela 1, o modelo de revisão contínua apresenta uma opção melhor, devido ao valor do estoque de segurança ser quase a metade do valor do modelo de revisão periódica.

No que se refere aos lotes econômicos de compra e ao ponto de reposição, a empresa atualmente não adota uma política atualizada para esses parâmetros, o que representa uma oportunidade significativa para melhorias, sendo justamente um dos aspectos abordados e propostos neste estudo. Na Tabela 6 abaixo, são apresentados os totais de lotes solicitados por bitola.

Tabela 6 – Número de lotes pedidos

Bitola Aço(mm)	Número de Pedidos do Modelo de Revisão Contínua	Número de Pedidos feitos pela Empresa
AÇO CA50 - Ø10	13	18
AÇO CA50 - Ø12.5	10	11
AÇO CA50 - Ø16	10	11
AÇO CA50 - Ø20	10	15
AÇO CA50 - Ø25	9	11
AÇO CA50 - Ø6.3	10	8
AÇO CA50 - Ø8	8	10
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	6	10

Fonte – Elaborado pelo Autor

A tabela apresentada compara o número de pedidos calculados pelo modelo de revisão contínua, utilizando o lote econômico de compra (LEC), com o número de pedidos realizados pela empresa no mesmo período. No modelo de revisão contínua, o número de pedidos varia de acordo com o consumo e a demanda real do item, ajustando-se ao tamanho do lote econômico, que é projetado para minimizar os custos de pedido e de manutenção do estoque. Analisando os dados, percebeu-se que, para algumas bitolas de aço, o número de pedidos feitos pela empresa foi maior do que o estimado pelo modelo. Isso pode indicar que a empresa utiliza lotes menores do que o lote econômico sugerido, o que pode aumentar os custos operacionais devido a pedidos mais frequentes. Por outro lado, itens como a bitola de 8mm, mostrou uma quantidade menor de pedidos feitos pela empresa em comparação com o modelo, sugerindo possíveis ajustes diferentes na estratégia de reposição para esses materiais.

Essa análise evidencia a importância de alinhar a frequência de pedidos e o lote econômico com a estratégia de gestão de estoques da empresa, buscando otimizar custos e atender à demanda de maneira eficiente. O uso do LEC pode ajudar a equilibrar esses fatores, mas deve ser ajustado às particularidades do negócio.

#### **4. Considerações Finais**

Este estudo teve como objetivo a estruturação e aplicação de uma metodologia para o dimensionamento de estoques, visando aprimorar o controle e reposição de materiais na empresa. A pesquisa identificou áreas de melhoria nos parâmetros utilizados pela organização, propondo ajustes que visam otimizar a gestão de estoques. Foram aplicadas técnicas e metodologias de gestão de estoques, com a definição de uma política de reposição baseada nos dados coletados ao longo do estudo.

Em relação aos objetivos estabelecidos, o primeiro visava dimensionar os parâmetros de estoque para o aço, o que pode ser considerado alcançado. Com os parâmetros definidos nas etapas anteriores, o modelo proposto assegura o atendimento da demanda e suas variações, reduzindo as perdas encontradas no processo atual utilizado pela empresa. Quanto ao segundo objetivo, que buscava assegurar um nível de serviço adequado, também pode-se afirmar que foi atingido. O modelo desenvolvido tende a melhorar a qualidade do serviço, proporcionando uma cobertura de estoque suficiente para atender à demanda de forma contínua, com base nos parâmetros encontrados no dimensionamento.

Para trabalhos futuros, sugere-se a implementação prática dos parâmetros definidos, uma vez que este estudo se concentrou no dimensionamento e não na aplicação efetiva das soluções propostas. Além disso, uma análise mais detalhada dos custos envolvidos em cada fase do processo de reposição e controle de estoque seria útil, visto que essa questão não foi explorada de maneira aprofundada neste trabalho. Essa análise permitiria uma compreensão mais completa sobre os impactos financeiros das decisões de gestão de estoques, proporcionando uma base mais robusta para futuras melhorias.

## Referências:

- ALYRIO, R. D. Métodos e técnicas de pesquisa em administração. volume único - Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.
- ALVARENGA, A. C; NOVAES, A. G N. Logística aplicada: suprimento e distribuição física. Editora Blucher, 2000.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística. Bookman, 2006.
- BUZZACOTT, J. A.; SHANTHIKUMAR, J. G. Safety stock versus safety time in MRP controlled production systems. *Management Science*, v. 40, n. 3, p. 1678-1689, 1994.
- CARVALHO, E. C; MAZZOTTI, M. Aplicação das boas práticas de gestão de estoques em uma microempresa de Santa Catarina. *Revista Produção Online*, v. 24, n. 2, p. 5220-5220, 2024.
- CHOPRA, S; MEINDL, P; Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações. 2016.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de Produção E Operações. 2d. São Paulo: Atlas SA, 2007.
- DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo, Atlas, 1993.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Plageder, 2009.
- GIL, A. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUERRA, J H. Uma proposta para o processo de definição do estoque de segurança de itens comprados em empresas que fabricam produtos complexos sob encomenda. *Gestão & Produção*, v. 16, 2009.
- HOCHMAN, B.; NAHAS, F. X.; FILHO, R. S. O.; FERREIRA, L. M. **Desenhos de pesquisa**. 2. ed. Acta Cirúrgica Brasileira, v. 20, 2005.
- Instituto aço Brasil. (2021) - IAB. Estatísticas da Siderurgia 4º Trimestre 2020.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. Operations management: processes and value chains., 2007.
- LOTURCO, B. Mercado da construção civil 2021: crescimento depende dos preços de insumos. 2021
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/05/industria-siderurgica-anuncia-investimento-de-r-100-bilhoes-no-brasil-ate-2028>

MARTINS, P. G; ALT, Paulo Renato Campos. Administração de materiais e recursos patrimoniais. Saraiva Educação SA, 2012.

PEREIRA, Eduardo Augusto et al. Aplicação do modelo lote econômico de compras: estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor de comunicação visual em Uberlândia, MG. 2018.

RAGSDALE, C. T. Modelagem e análise de decisão. 1 ed São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TEODORO FILHO, A. M et al. Modelo para determinar as quantidades em estoque de peças sobressalentes em uma planta de geração de energia. Revista Produção Online, v. 17, n. 3, p. 828-856, 2017.

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, I. A. Controle de estoque de materiais com diferentes padrões de demanda: estudo de caso em uma indústria química. Gestão & Produção, v. 13, p. 223-231, 2006.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 2001.

WORLD STEEL Disponível em: <https://siderurgiabrasil.com.br/2024/08/21/cresce-a-producao-de-aco-no-brasil-3/>

## Apêndice A – Classificação das bitolas a partir da Curva ABC

Bitola Aço(mm)	Demanda Ano (kg)	Valor R\$ (kg)	Valor Total(R\$)	Valor Acumulado	Porcentagem Total	Porcentagem Acumulada	Classe
AÇO CA50 - Ø20	206.625,73	6,27	1.295.543,33	1.295.543,33	22,72%	22,72%	A
AÇO CA50 - Ø16	130.976,17	6,20	812.052,25	2.107.595,58	14,24%	36,96%	
AÇO CA50 - Ø25	129.098,64	6,28	810.739,46	2.918.335,04	14,22%	51,18%	
AÇO CA50 - Ø8	117.175,19	6,10	714.768,66	3.633.103,70	12,54%	63,72%	
AÇO CA50 - Ø10	101.233,17	6,50	658.015,61	4.291.119,30	11,54%	75,26%	B
AÇO CA50 - Ø12.5	97.781,80	6,15	601.358,07	4.892.477,37	10,55%	85,80%	C
AÇO CA50 - Ø6.3	76.164,62	7,30	556.001,73	5.448.479,10	9,75%	95,56%	
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	8,07	253.448,68	5.701.927,78	4,44%	100,00%	
			5.701.927,78				

## Apêndice B – Cálculos a partir do modelo de revisão Contínua

Bitola Aço(mm)	Demanda média(ano)	Desvio Padrão da Demanda	Nível de Serviço	Leadtime de Entrega(ano)	Estoque de Segurança(kg)		Bitola Aço(mm)	Demanda Ano (kg)	Leadtime de Entrega(mês)	Estoque de Segurança(kg)	Ponto de Reposição(kg)
AÇO CA50 - Ø10	206.625,73	6226,003834	0,85	0,054	1.499,50		AÇO CA50 - Ø10	206.625,73	0,054	1.499,50	12.657,29
AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17	2437,916173	0,70	0,054	297,08		AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17	0,054	297,08	7.369,80
AÇO CA50 - Ø16	129.098,64	6503,53396	0,95	0,054	2.485,84		AÇO CA50 - Ø16	129.098,64	0,054	2.485,84	9.457,17
AÇO CA50 - Ø20	117.175,19	13809,43669	0,95	0,054	5.278,37		AÇO CA50 - Ø20	117.175,19	0,054	5.278,37	11.605,83
AÇO CA50 - Ø25	101.233,17	7228,7176	0,95	0,054	2.763,03		AÇO CA50 - Ø25	101.233,17	0,054	2.763,03	8.229,62
AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80	2711,036131	0,85	0,054	652,94		AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80	0,054	652,94	5.933,16
AÇO CA50 - Ø8	76.164,62	5486,18496	0,95	0,054	2.096,98		AÇO CA50 - Ø8	76.164,62	0,054	2.096,98	6.209,87
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	1432,276952	0,70	0,054	174,54		CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	0,054	174,54	1.870,48
Bitola Aço(mm)	Demanda Ano (kg)	Valor R\$ (kg)	Custo por Lote(R\$)	Custo de Manutenção Estoque	Lote Econômico(kg)		Bitola Aço(mm)	Lote Econômico de Compra	Estoque de Segurança(kg)	Ponto de Reposição(kg)	
AÇO CA50 - Ø10	206.625,73	6,5	52.557,00	0,15	15.830,57		AÇO CA50 - Ø10	15.830,57	1.499,50	12.657,29	
AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17	6,15	52.557,00	0,15	12.957,45		AÇO CA50 - Ø12.5	12.957,45	297,08	7.369,80	
AÇO CA50 - Ø16	129.098,64	6,2	52.557,00	0,15	12.812,26		AÇO CA50 - Ø16	12.812,26	2.485,84	9.457,17	
AÇO CA50 - Ø20	117.175,19	6,27	52.557,00	0,15	12.137,94		AÇO CA50 - Ø20	12.137,94	5.278,37	11.605,83	
AÇO CA50 - Ø25	101.233,17	6,28	52.557,00	0,15	11.273,08		AÇO CA50 - Ø25	11.273,08	2.763,03	8.229,62	
AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80	7,3	52.557,00	0,15	10.276,10		AÇO CA50 - Ø6.3	10.276,10	652,94	5.933,16	
AÇO CA50 - Ø8	76.164,62	6,1	52.557,00	0,15	9.921,39		AÇO CA50 - Ø8	9.921,39	2.096,98	6.209,87	
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	8,07	52.557,00	0,15	5.539,01		CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	5.539,01	174,54	1.870,48	

## Apêndice C – Cálculos a partir do modelo de revisão periódica

Bitola Aço(mm)	Desvio Padrão da Demanda	Intervalo entre Pedidos	Nível de Serviço	Leadtime de Entrega(a no)	Estoque de Segurança(kg )
AÇO CA50 - Ø10	6.226,00	0,076614687	0,85	0,054	2332,09795
AÇO CA50 - Ø12.5	2.437,92	0,098929818	0,70	0,054	499,9515999
AÇO CA50 - Ø16	6.503,53	0,099243994	0,95	0,054	4187,630948
AÇO CA50 - Ø20	13.809,44	0,103587967	0,95	0,054	9017,055575
AÇO CA50 - Ø25	7.228,72	0,111357551	0,95	0,054	4835,045129
AÇO CA50 - Ø6.3	2.711,04	0,105092197	0,85	0,054	1120,730369
AÇO CA50 - Ø8	5.486,18	0,130262484	0,95	0,054	3873,612405
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	1.432,28	0,176366419	0,70	0,054	360,4953744
Bitola Aço(mm)	Demanda média(ano)	Lote Econômico(kg)	Intervalo entre Pedidos		
AÇO CA50 - Ø10	206.625,73	15.830,57	0,08		
AÇO CA50 - Ø12.5	130.976,17	12.957,45	0,10		
AÇO CA50 - Ø16	129.098,64	12.812,26	0,10		
AÇO CA50 - Ø20	117.175,19	12.137,94	0,10		
AÇO CA50 - Ø25	101.233,17	11.273,08	0,11		
AÇO CA50 - Ø6.3	97.781,80	10.276,10	0,11		
AÇO CA50 - Ø8	76.164,62	9.921,39	0,13		
CORDOALHA CP 190 RB - Ø12.7	31.406,28	5.539,01	0,18		