

Análise do impacto financeiro relacionado ao desbalanceamento entre a programação da produção e a logística de escoamento

Financial impact analysis regarding imbalance between production program and logistic shipping

¹ Robson Marangon Silva de Jesus  

¹ Nilson Brandalise  

¹ Vanessa da Silva Garcia  

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF) - Volta Redonda - RJ

RESUMO

A siderurgia no contexto mundial vem sofrendo grande impacto com a diminuição de demanda global por aço. A busca por uma fatia do mercado tem gerado competitividade acirrada entre as empresas, as quais têm buscado por melhorias contínuas nos processos. Para conseguir sobreviver, diante de tamanha adversidade do mercado, são necessárias estratégias mais robustas e atuais de gestão da produção para que os processos sejam cada vez mais eficientes, visando minimizar perdas em suas etapas de produção. O presente artigo tem como objetivo analisar os impactos financeiros associados à ineficiência logística em parte da cadeia produtiva de uma siderúrgica. A investigação contempla desde falhas na programação da produção até a limitação no escoamento de produtos, decorrentes da insuficiência de recursos na área de estocagem. Para mensurar esses impactos, adotou-se a metodologia do cálculo de lucro cessante, com base em dados reais de duas linhas específicas de produção da empresa. Foram considerados indicadores como tempos de parada, capacidade de escoamento, rendimento operacional e produtividade, os quais foram convertidos em valores monetários por meio da aplicação da fórmula de lucro cessante. Os resultados obtidos evidenciam perdas financeiras expressivas, ressaltando a relevância da gestão eficiente da logística de produção. Os valores apurados podem subsidiar decisões estratégicas voltadas a investimentos em infraestrutura e tecnologias, com o propósito de mitigar futuras interrupções no processo produtivo.

Palavras-chave:

Impactos financeiros, paradas de processo, planejamento da produção, restrição na capacidade de armazenamento, método lucro cessante.

ABSTRACT

The steel industry worldwide has been significantly impacted by the decline in global steel demand. The quest for market share has generated fierce competition among companies, which have sought continuous process improvements. To survive in the face of such market adversity, more robust and modern production management strategies are needed to ensure increasingly efficient processes and minimize losses throughout the production stages. This article analyzes the financial impacts associated with logistical inefficiency in part of a steel mill's production chain. The investigation encompasses factors ranging from production scheduling failures to limited product flow due to insufficient storage resources. To measure these impacts, a lost profit calculation methodology was adopted, based on real data from two specific production lines within the company. Indicators such as downtime, flow capacity, operational efficiency, and productivity were considered, and converted into monetary values using the lost profit formula. The results reveal significant financial losses, highlighting the importance of efficient production logistics management. The calculated values can inform strategic decisions regarding investments in infrastructure and technology, with the aim of mitigating future interruptions in the production process.

Key words:

Financial Impacts, production downtime, warehouse capacity constraint, production plan, lost profit.

1 INTRODUÇÃO

A siderurgia constitui um segmento da metalurgia responsável pela produção e pelo beneficiamento de aços e ferros fundidos, cuja dinâmica produtiva mantém elevada dependência do carvão mineral como insumo estratégico. Inserida no contexto das indústrias de base, caracteriza-se pela natureza de *commodities* e pelo papel central no desenvolvimento econômico e social, uma vez que fornece suporte estrutural a múltiplos setores industriais. Todavia, a criação de valor agregado em sua oferta configura-se como um desafio complexo, decorrente da elevada padronização e da competitividade inerente ao setor. (Lammoglia, 2022).

O mercado contemporâneo apresenta níveis crescentes de exigência, acompanhados de uma atenção intensificada à gestão de custos. Nesse contexto, ter processos de qualidade bem estruturados é essencial para qualquer empresa se destacar no mercado de hoje. Para melhorar a eficiência operacional é essencial revisitar os processos e sistemas de fabricação para fornecer os melhores produtos e serviços nesse cenário (Hemalatha *et al.*, 2021).

Cada vez mais as empresas precisam se planejar de forma holística, tendo a visão de toda sua cadeia de produção até o escoamento do produto acabado. Infelizmente, o oposto acontece. As etapas são gerenciadas de forma individual sem entender os impactos nos processos subsequentes. A otimização do fluxo financeiro é realizada de forma local, em cada elo da cadeia, mas raramente de forma global (Comelli *et al.*, 2008).

A logística de expedição de produto acabado é um dos pontos relevantes na melhoria da eficiência do escoamento da produção e que mitiga de forma direta possíveis paradas de produção por falta de área de estocagem. Os fluxos de recebimento de armazéns são formados dependendo das especificidades do trabalho do fornecedor e das características de transporte (modo, equipamento, densidade de veículos, esquemas de transferência de informações), que afetam diretamente o sistema de armazenagem e têm sido considerados os fatores básicos que proporcionam o manuseio de materiais em armazéns (Novokshonov *et al.*, 2022).

A falta de gestão eficaz da produção, logística e manutenção (PLM) pode levar ao aumento de paradas, maiores custos operacionais e comprometimento da taxa de serviço (Zerrad *et al.*, 2025). O acompanhamento de indicadores de desempenho e seus impactos financeiros gerados permitem que as organizações avaliem melhor sua *performance* e identifiquem oportunidades de melhoria e investimento baseados em dados concretos (Brandalise *et al.*; 2024).

A siderurgia tanto no Brasil como no mundo todo está sofrendo grande impacto com a diminuição de demanda global por aço. Portanto, a motivação do tema deste trabalho se deu diante da necessidade de estudo de oportunidades de melhoria no fluxo produtivo de uma empresa siderúrgica. As oportunidades observadas foram trabalhadas visando à redução de paradas de processo, gerando benefícios que aumentassem a competitividade da organização no mercado de aço.

O problema de pesquisa levantado consiste em: Como demonstrar em valores absolutos (R\$) os impactos financeiros do desbalanceamento do programa de produção e capacidade de escoamento e armazenamento?

A pesquisa apresenta dados referentes ao último triênio, os quais mostraram a quantidade de paradas de produção por falta de área de estocagem que ocorreram em função da incapacidade de escoamento de uma produção desbalanceada com a realidade da logística de armazenamento e escoamento da empresa.

O objetivo geral deste artigo é utilizar o método do lucro cessante para realizar uma análise do impacto financeiro operacional de uma siderúrgica, em decorrência do desequilíbrio entre o programa de produção e a capacidade de escoamento e armazenamento de produtos acabados.

Para alcançar o objetivo geral, o presente trabalho desdobrou-se nos seguintes objetivos específicos: a) Reduzir paradas; b) Aumentar eficiência dos processos; c) Obter informações claras de valores financeiros para escolhas mais conscientes na tomada de decisão e investimento em novos recursos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento e Controle do Programa de Produção

O Planejamento e controle do programa de produção tradicional abrange todas as atividades repetitivas de gestão criadoras e valor nos processos de uma empresa (Bendul e Blunck, 2019). Seu principal objetivo é produzir o que o mercado demanda, no tempo e com a qualidade esperados, a um custo mínimo. É capaz de se adaptar a interrupções sempre que necessário (Andreassen *et al.*, 2019).

A concepção de um sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) é determinada por diversos fatores, destacando-se, entre eles, o volume e a variedade da produção planejada. Esses fatores frequentemente refletem o grau de influência exercido pelos clientes sobre o desenvolvimento de produtos ou serviços, os quais são entregues por meio dos processos organizacionais. Esse nível de influência está incorporado nas quatro estratégias fundamentais de manufatura: *make to stock (MTS)*, *assembly to order (ATO)*, *make to order (MTO)* and *engineer to order (ETO)* (Cañas; Mula; Campuzano-Bolarín; Poler, 2022).

Sistemas de produção são conhecidos por operar em ambientes aleatórios. "Ambiente aleatório" é um termo comum usado na literatura de controle de produção para destacar a natureza aleatória das condições operacionais que desempenham papéis determinantes na caracterização dos processos de produção e demanda e, como tal, podem impactar significativamente o desempenho dos sistemas de produção-estoque. Essas mudanças aleatórias nas condições operacionais podem ser atribuídas a uma variedade de fatores, desde condições e quebras de equipamentos, rendimento da produção, qualidade da matéria-prima/subcomponente, mix de produção, nível da força de trabalho e qualificação da mão de obra até condições econômicas e de mercado (Mohebbi, 2008).

2.2 Gestão de Estoques/Capacidade de estocagem

A gestão de estoques constitui uma prática estratégica de elevada relevância para o desempenho organizacional em empresas de distintos setores. Instituições que operam com margens de lucratividade reduzidas dependem de um controle eficiente de seus estoques, sob o risco de comprometer sua competitividade. A eficácia na gestão de estoques não se traduz na manutenção excessiva de produtos para atendimento imediato ao cliente, tampouco na eliminação completa de estoques com o intuito de minimizar custos de armazenagem. Ao contrário, o gerenciamento deve ser conduzido de forma equilibrada, garantindo níveis adequados de serviço ao cliente e promovendo simultaneamente a maximização da rentabilidade organizacional. (Monteiro, 2022).

Considerando que os estoques fazem parte do ativo circulante de uma empresa, é importante manter uma gestão e um controle adequados. Por isso, diversas técnicas, modelos e metodologias foram desenvolvidos para regular e gerenciar estoques de forma eficiente, visando estabelecer um nível ótimo que minimize os custos para a empresa e garanta o atendimento à demanda dos clientes por meio do controle da produção. Atualmente, as empresas em geral buscam a movimentação dinâmica de estoques com base na programação da produção para ter um sistema de produção *versus* estoque mais eficiente, sem impactos na entrega do produto ao cliente e perdas de faturamento (Olvera *et al.*, 2025).

2.3 Formas de Escoamento de Produção

A distribuição da produção de uma empresa geralmente ocorre por meio de distintos modais logísticos, cada qual apresentando características próprias e finalidades específicas (Ballardin, 2019). Segundo Bowersox e Closs (2001), a relevância relativa de cada modal pode ser avaliada com base na extensão percorrida pelo sistema, no volume de tráfego, na receita gerada e na composição específica do fluxo de cargas ou passageiros.

O modal rodoviário é amplamente utilizado para o transporte de cargas de pequeno e médio porte, bem como para distâncias curtas e médias, com coleta e entrega diretamente ao cliente. Esse modal costuma abranger uma área geográfica mais extensa, devido à sua capacidade de acessar localidades de difícil acesso, permitindo praticamente qualquer combinação de origem e destino. Nesse contexto, operações como as entregas *just-in-time*, com poucas exceções, são predominantemente realizadas por meio do transporte rodoviário. (Ballardin, 2019)

O modal rodoviário configura-se como o principal meio de transporte de cargas no Brasil, abrangendo praticamente todo o território nacional. Contudo, a precariedade da malha rodoviária, caracterizada por trechos que demandam investimentos significativos para sua recuperação, impacta negativamente a eficiência logística, elevando tanto os tempos de deslocamento quanto os custos operacionais associados. (Alvarenga; Novaes, 2000).

O transporte ferroviário geralmente tem um custo menor, se comparado ao aéreo e ao rodoviário, principalmente no caso de grandes quantidades, com um tempo de trânsito menor e pela frequência do serviço. Outra característica do modal é a disponibilidade do equipamento. As linhas ferroviárias usam os vagões umas das outras e, às vezes, o equipamento não está disponível onde necessário. Os vagões podem estar sendo carregados, descarregados, em manobras nos pátios ou em manutenção (Arruda, 2001).

2.4 Parada de Produção

No mundo atual e globalizado, as empresas estão sempre em acirrada competição. A obtenção de uma posição competitiva no mercado exige que elas implementem um controle efetivo sobre seus processos produtivos. Interrupções na produção comprometem não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos produtos finais, tornando a manutenção da disponibilidade operacional um fator crítico para o alcance de desempenho elevado e resultados sustentáveis. (Pezarim, 2017).

O tempo de parada de produção tem implicações amplas que vão além das ineficiências operacionais. Tempos de paradas grandes podem levar à perda de prazos de produção, perdas de faturamento e efeitos em cascata nas cadeias de suprimentos (Phongmoo *et al.*, 2025). Paradas não programadas em qualquer tipo de planta industrial abrem caminho para enormes perdas para o setor em termos de produção e, principalmente, lucro (Roosefert Mohan *et al.*, 2021).

2.5 Lucro Cessante

O lucro cessante caracteriza-se pelos rendimentos que deixam de ser auferidos em decorrência de um ato danoso. Conforme estabelece o Código Civil, salvo as exceções expressamente previstas em lei, a reparação por perdas e danos compreende não apenas o prejuízo efetivamente sofrido pelo credor, mas também os ganhos que ele, razoavelmente, deixou de obter, refletindo o impacto econômico integral do ato lesivo. (Código Civil, 2002, Art.402). O lucro cessante configura-se como todo ganho ou benefício que se deixa de ganhar por motivos causados por um terceiro (Hemerick *et al.*, 2017).

Hoog define lucro cessante como

todos os ganhos e rendas que eram certos e que foram frustrados pela conduta de um terceiro que tenha cometido o ilícito. E como regra geral o lucro cessante é o lucro líquido remanescente, depois de deduzidos os custos, as despesas, os tributos, as contribuições sociais e as participações (Hoog, 2008. p 191).

O lucro cessante é o que se deixou de lucrar como consequência de ato danoso. Os lucros cessantes são regulamentados pelo Código Civil, que determina que, salvo as exceções expressamente previstas em lei, as perdas e danos devidos ao credor abrangem, além do que ele efetivamente perdeu, o que razoavelmente deixou de lucrar (Código Civil, 2002, Art.402).

Segundo Coelho (2009), lucro cessante corresponde ao lucro que um ativo deixa de auferir em razão de um dano provocado por terceiros. Neste artigo, considera-se como terceiro o processo de escoamento e armazenagem. A metodologia de cálculo compreende, inicialmente, a conversão do tempo de parada de minutos para horas, seguida da multiplicação entre as variáveis envolvidas, conforme equação 1:

$LC = \frac{TP}{60} * P * R * M$	(1)
----------------------------------	-----

Onde:

LC = Lucro Cessante, em R\$;

TP = Tempo parada, em min;

P = Produtividade, em t/h;

R = Rendimento, em %;

M = Margem, em R\$/t.

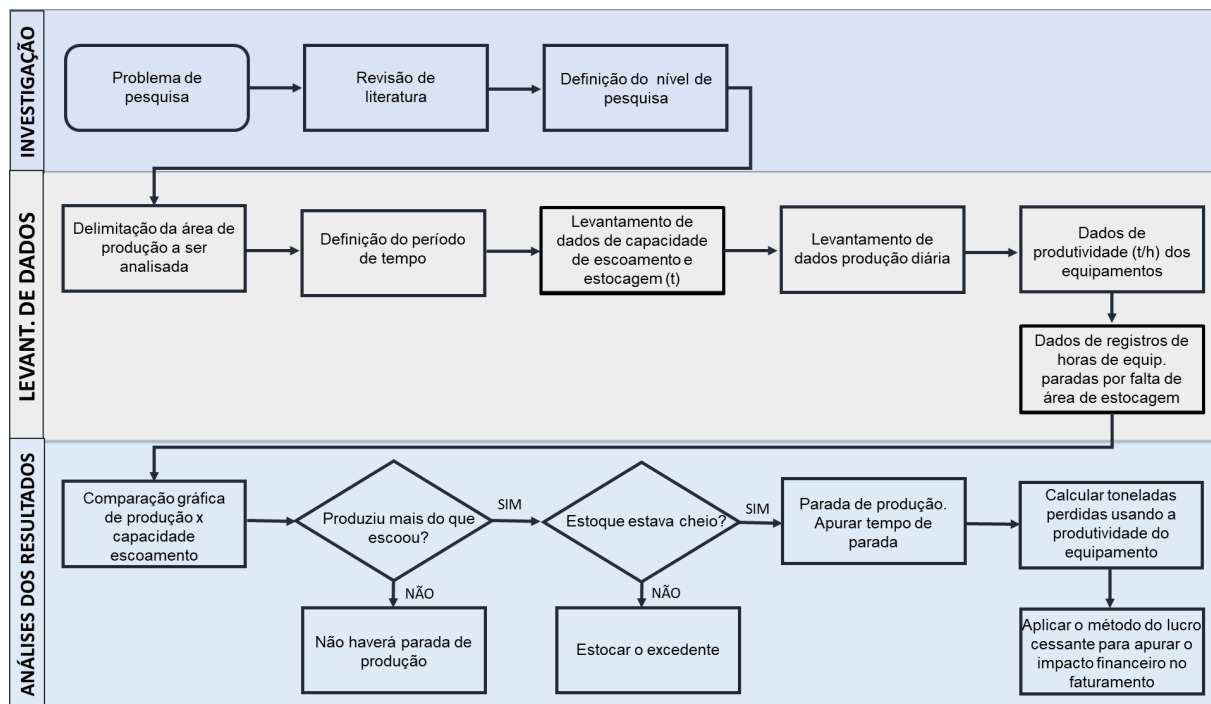
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

A metodologia adotada no presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa científica aplicada com uma abordagem quantitativa, pois envolve dados numéricos como volume de produção, capacidade de escoamento e resultados financeiros em cálculos de lucro cessante, sendo o procedimento técnico *Ex-Post-Facto*, onde o estudo se realiza depois dos fatos.

Quanto ao propósito do estudo, possui natureza exploratória pois trata-se de um assunto pouco estudado, com pouca literatura disponível, dados ou conhecimentos consolidados. Ao mesmo tempo o estudo possui também uma característica explicativa, pois busca identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência de algo (Gil, 2008).

O fluxo metodológico da pesquisa seguiu as etapas de Investigação, Levantamento de Dados e Análise e Conclusão dos Resultados, os quais estão detalhados, conforme Figura 2.

Figura 2 – Fluxo Metodológico



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A empresa selecionada para este estudo é uma grande siderúrgica localizada no Estado do Rio Janeiro, com uma produção média anual de, aproximadamente, 3 milhões de toneladas de aço. O escoamento dessa produção é realizado, predominantemente, por dois modais logísticos: o rodoviário, responsável por cerca de 70% do volume transportado; e o ferroviário, que representa os 30% restantes. A comercialização dos produtos é majoritariamente direcionada ao mercado interno, que absorve 74% da produção total, enquanto os 26% restantes são destinados à exportação. As linhas de produção da empresa contemplam produtos laminados a quente, laminados a frio, zincados e estanhados.

Para fins deste estudo, será considerada, especificamente, uma das saídas da linha de produtos laminados a quente, a qual representa, isoladamente, cerca de 30% do volume total anual produzido. Essa linha tem sido impactada por recorrentes interrupções operacionais em função da indisponibilidade de áreas de estocagem e limitações na capacidade de escoamento. Tais interrupções resultam em prejuízos financeiros relevantes para o faturamento da empresa, ainda pouco explorados nas análises operacionais e nas discussões estratégicas.

Na fase de investigação, o primeiro passo consistiu na identificação do problema de pesquisa. A partir disso, foram iniciadas as revisões de literatura publicada sobre o tema, com o objetivo de contextualizar e compreender o estado atual do conhecimento na área. Constatou-se que, por se tratar de um tema ainda pouco explorado no contexto industrial, o estudo, de natureza aplicada, possui um objetivo exploratório, sendo capaz de gerar hipóteses e subsídios para pesquisas futuras.

Na fase de levantamento de dados, estabeleceu-se uma delimitação da área de estudo, a fim de se evitar um escopo excessivamente amplo. Foram selecionadas, portanto, apenas duas saídas de processos para análise. Em seguida, delimitou-se o período de coleta de dados (1 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024). Os indicadores que compõem as variáveis necessárias ao cálculo do lucro cessante foram obtidos

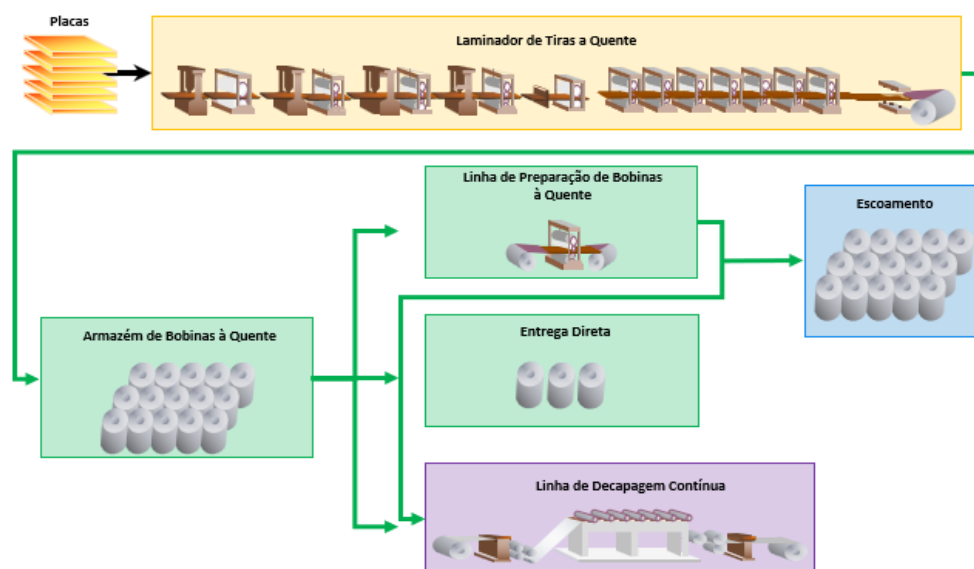
a partir dos sistemas corporativos SAP e Cognos, sendo, posteriormente, consolidados para o período em questão.

Por fim, na fase de análise e conclusão, foram elaborados gráficos comparativos entre a produção realizada e o limite de escoamento de produtos da empresa. Identificaram-se os principais pontos críticos, os quais foram correlacionados aos registros de paradas de produção associadas à insuficiência de área para estocagem ou escoamento. Com base nesses dados, juntamente com variáveis como produtividade, rendimento e margem, aplicou-se o cálculo do lucro cessante conforme equação (1), possibilitando a identificação dos impactos financeiros no faturamento da empresa.

3.1 Levantamento de dados

Para a realização deste estudo, delimitou-se a análise a duas saídas de linha de produção em uma empresa de grande porte do setor siderúrgico, especificamente nas Linhas nº 2 e nº 3 (Figura 3).

Figura 3 – Processo produtivo das Linhas 2 e 3



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Conforme descrito no fluxo metodológico, foi definido um recorte temporal para a análise dos dados, compreendendo o último triênio (2022 a 2024). Com base nesse intervalo, foi construído um banco de dados consolidado que abrange informações relativas à produção, à produtividade dos equipamentos e aos registros de horas paradas, cuja causa esteja associada à “falta de área de estocagem”.

As fontes de dados utilizadas provêm dos sistemas corporativos oficiais adotados pela empresa siderúrgica para a gestão e divulgação institucional das informações operacionais.

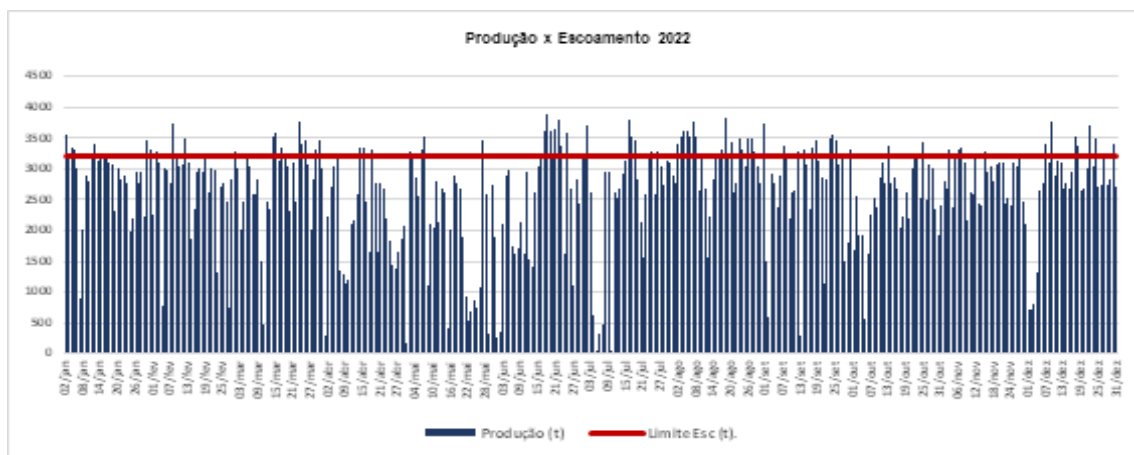
3.2 Produção Diária x Capacidade de Escoamento

Através do banco de dados exportado de sistema SAP, foram obtidas as seguintes informações gráficas:

O Gráfico 1 apresenta uma comparação entre a quantidade de produção efetivamente entregue e o limite máximo de escoamento da área de expedição considerada neste estudo. Os dados foram registrados

diariamente no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2022. No gráfico, o limite de escoamento é representado por uma linha contínua na cor vermelha, enquanto os valores de produção diária são ilustrados por barras verticais na cor azul.

Gráfico 1 – Volume de produção versus Volume de escoamento 2022

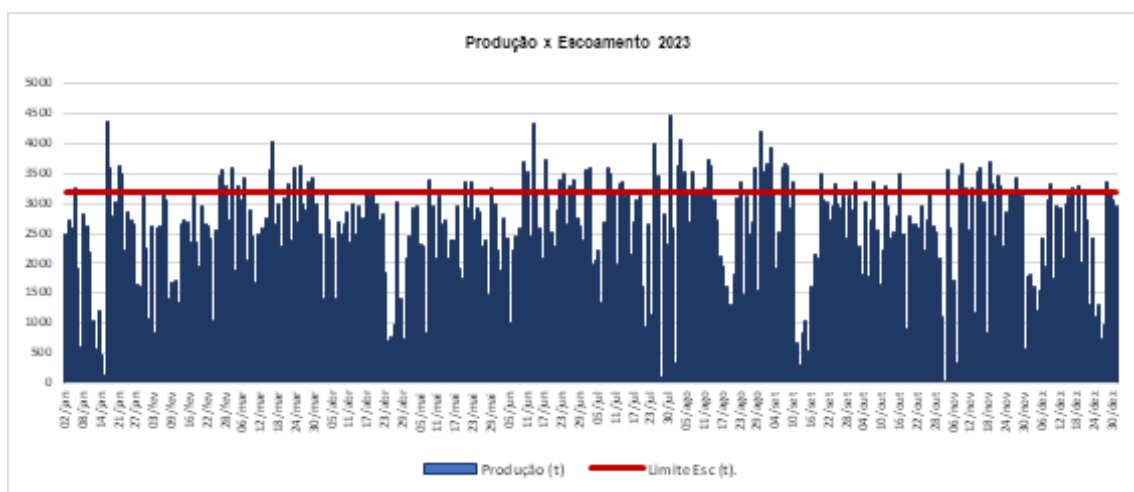


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Observa-se, no Gráfico 1, que, ao longo do período analisado, há frequentes oscilações na produção, com diversos picos que ultrapassam o limite de escoamento estabelecido. Essa condição evidencia a existência de gargalos logísticos, especialmente em momentos de maior intensidade produtiva. Essa discrepância entre produção e escoamento revela uma falta de alinhamento entre os setores produtivo e logístico, apontando para a necessidade de revisão nos processos de planejamento integrado da cadeia interna.

O Gráfico 2 apresenta uma comparação entre a quantidade de produção efetivamente entregue e o limite máximo de escoamento da área de expedição considerada neste estudo. Os dados foram registrados diariamente no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2023. No gráfico, o limite de escoamento é representado por uma linha contínua na cor vermelha, enquanto os valores de produção diária são ilustrados por barras verticais na cor azul.

Gráfico 2 – Volume de produção versus Volume de escoamento 2023

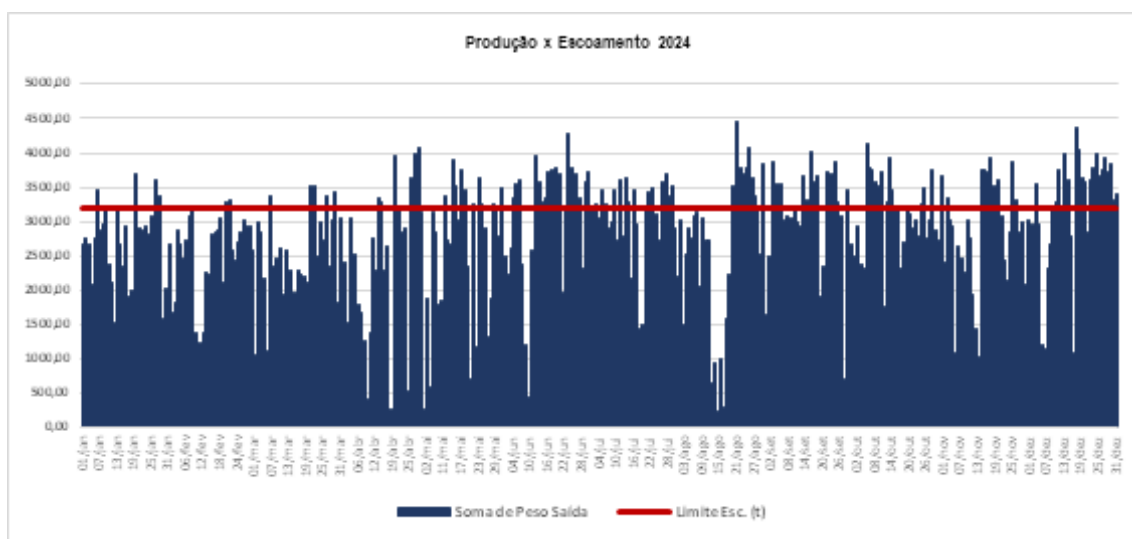


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Assim como no Gráfico 1, os dados apresentados no Gráfico 2 também evidenciam que, ao longo do período analisado, há frequentes oscilações na produção, com diversos picos que ultrapassam o limite de escoamento estabelecido. As razões são praticamente idênticas às evidenciadas no Gráfico 1.

O Gráfico 3 apresenta uma comparação entre a quantidade de produção efetivamente entregue e o limite máximo de escoamento da área de expedição considerada neste estudo. Os dados foram registrados diariamente no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2024. No gráfico, o limite de escoamento é representado por uma linha contínua na cor vermelha, enquanto os valores de produção diária são ilustrados por barras verticais na cor azul.

Gráfico 3 – Volume de produção versus Volume de escoamento 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Em resumo, observa-se que, ao longo do período analisado, há frequentes oscilações na produção diária, com diversos pontos em que o volume produzido ultrapassa o limite de escoamento estabelecido. O eixo horizontal (X) mostra as datas ao longo do ano, enquanto o eixo vertical (Y) expressa o volume diário em toneladas (t). Esse comportamento é evidenciado principalmente em meses como março, julho e setembro, nos quais se verifica um número expressivo de excedentes. Por outro lado, observa-se, em todos os gráficos apresentados, a ocorrência de períodos em que a produção entregou valores bem abaixo de sua capacidade média. Tais períodos estão, em geral, associados a paradas obrigatórias para reparos gerais (RG), a falhas operacionais em recursos estratégicos, como pontes rolantes, esteiras de movimentação de bobinas, falhas nas máquinas da linha de preparação de bobinas — e, por fim, à denominada “falta de aço”. Esta última refere-se a interrupções operacionais nas etapas iniciais do processo siderúrgico que comprometem a produção na aciaria e/ou em processos anteriores, impedindo o fornecimento de aço necessário à continuidade do fluxo de laminação. A análise revela um desalinhamento recorrente entre a produção planejada/realizada e a capacidade de escoamento, o que pode gerar impactos significativos na eficiência da cadeia de suprimentos. Quando a produção ultrapassa o limite logístico, há risco de acúmulo de estoques, atrasos na distribuição, aumento de custos operacionais e impactos financeiros no faturamento. Em contrapartida, quando a produção está abaixo da capacidade, pode haver ociosa capacidade logística e perda de oportunidade de atendimento de demanda.

3.3 Paradas de produção por falta de área de estocagem

Os dados referentes às paradas de produção e seus respectivos tempos foram extraídos do sistema Cognos, utilizado como fonte oficial de apontamentos de produção e paradas de processo. As informações foram, posteriormente, exportadas para uma planilha eletrônica (Microsoft Excel), com o objetivo de estruturar um banco de dados adequado à análise dos tempos de parada. Esses dados foram, então, consolidados em uma única planilha e compilados, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela dos tempos totais de parada (min) por equipamento

Equipamentos	(t)* 2022	(t)* 2023	(t)* 2024
Linha 2	11.573	6.535	21.963
Linha 3	8.388	3.621	14.237
Tempo Total	19.961	10.156	36.200

*Tempos de paradas com valor fictício por se tratar de um dado confidencial.

Fonte: Cognos (2025), adaptado pelos autores (2025)

Com o intuito de realizar uma análise mais aprofundada acerca das interrupções no processo produtivo, procedeu-se à consolidação dos dados por meio da elaboração de uma tabela dinâmica, conforme Tabela 1. Essa metodologia permitiu o agrupamento dos tempos totais de paradas de produção, categorizando-os tanto por equipamento quanto por ano de ocorrência. Essa abordagem analítica tem como objetivo identificar variações temporais e operacionais que possam revelar padrões, gargalos ou melhorias ao longo do período analisado. Especificamente, foram isoladas as paradas de produção decorrentes da indisponibilidade de área de estocagem, cuja soma dos tempos foi mensurada em minutos.

3.4 Produtividade e Rendimento de processo

A etapa seguinte da pesquisa consistiu no estabelecimento de interface com a área de produção, com o objetivo de coletar os indicadores de produtividade e rendimento dos processos associados aos equipamentos selecionados para este estudo. A obtenção desses dados é essencial para a quantificação dos impactos financeiros decorrentes das ineficiências operacionais analisadas. As medições consideradas referem-se ao mesmo período trienal adotado nas demais etapas da pesquisa.

Tabela 2 – Valores de rendimento metálico de processo e produtividade

Indicador	Linha 2	Linha 3
Rendimento de processo (%)*	98,16	98,85
Produtividade (t/h)*	121,46	46,83

*Rendimentos e produtividades com valores fictícios por se tratarem de dados confidenciais.

Fonte: Sistema SAP (2025), adaptado pelos autores (2025)

3.5 Método de Cálculo de perdas financeiras por Lucro Cessante

Conforme previamente mencionado, o cálculo do lucro cessante tem por finalidade quantificar, em termos financeiros, o custo associado à inatividade operacional de determinado equipamento, considerando a unidade de tempo em horas. Para tal estimativa, adota-se a produtividade real do equipamento (em toneladas por hora – t/h), projetando-se esse volume como se tivesse avançado até a etapa de produto acabado. A essa projeção aplica-se a margem média do produto – definida como a diferença entre o preço de venda e o custo de produção – com o intuito de estimar o resultado econômico não realizado durante o período de interrupção.

De acordo com a equação (1) de lucro cessante, previamente citada em nossa fundamentação teórica, aplicamos os dados de tempos, rendimentos e produtividade e chegamos nos resultados financeiros que as paradas de produção geram na gestão financeira da empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia informada no item anterior, temos os seguintes resultados, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo do lucro cessante

Ano	Equip.	Parada (min)	Parada (h)	Produtiv. (t/h)	Rend. (%)	Margem (R\$/t)*	Perdas Fat. (R\$)
2022	Linha 2	11.573	193	121,46	98,16%	R\$ 1.000,00	R\$ 22.996.541,65
	Linha 3	8.388	140	46,83	98,85%	R\$ 1.000,00	R\$ 6.471.407,22
2023	Linha 2	6.535	109	121,46	98,16%	R\$ 1.000,00	R\$ 12.985.604,40
	Linha 3	3.621	60	46,83	98,85%	R\$ 1.000,00	R\$ 2.793.629,65
2024	Linha 2	21.963	366	121,46	98,16%	R\$ 1.000,00	R\$ 43.642.361,03
	Linha 3	14.237	237	46,83	98,85%	R\$ 1.000,00	R\$ 10.983.956,19

*Margem com valor fictício por se tratar de um dado confidencial.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A análise comparativa das perdas de faturamento decorrentes de paradas operacionais nos anos de 2022 e 2023 evidencia uma redução significativa tanto no tempo de inatividade quanto no impacto financeiro associado. No período, verificou-se uma diminuição de 164 horas de paradas, correspondendo a uma queda relativa de 50,88% em relação ao ano anterior, o que possibilitou um faturamento potencial adicional estimado em R\$ 13.700.000,00. Essa variação positiva indica maior alinhamento entre a capacidade de produção e a eficiência do escoamento logístico.

Cabe destacar que, para fins de delimitação metodológica, foram consideradas exclusivamente as paradas decorrentes de limitações logísticas relacionadas à indisponibilidade de área de estocagem e restrições na expedição de produtos acabados. Paradas ocasionadas por fatores operacionais, de manutenção ou outros eventos não associados ao escoamento foram desconsideradas, assegurando maior precisão na análise do impacto logístico sobre o desempenho financeiro.

Em contrapartida, os dados referentes a 2024 revelam um cenário oposto. Apesar da projeção otimista de crescimento nas vendas, a demanda efetiva não se confirmou, resultando em acúmulo de estoques e saturação da capacidade de armazenagem. Nesse contexto, observou-se um aumento absoluto de 434 horas nas paradas operacionais, o que representa um crescimento significativo de 256% em comparação ao ano anterior, ocasionando uma perda potencial de faturamento estimada em R\$ 38.847.000,00. A relação entre tempo de inatividade e impacto financeiro nesse ano apresentou coeficiente aproximado de R\$ 89.500,00/h, evidenciando o elevado custo associado à indisponibilidade operacional.

Os resultados obtidos reforçam a relevância da integração estratégica entre produção e logística por meio da aplicação de ferramentas avançadas de Planejamento e Controle da Produção (PCP), modelagem de capacidade e análise de restrições. A adoção de tais práticas pode reduzir a variabilidade operacional, otimizar o fluxo de escoamento e mitigar perdas financeiras decorrentes de desequilíbrios entre oferta e demanda.

5 CONCLUSÕES

Ao recordar que o objetivo deste artigo é aplicar o método do lucro cessante para analisar o impacto financeiro decorrente do desequilíbrio entre o programa de produção e a capacidade de escoamento e armazenagem, conclui-se que a metodologia se mostra eficaz na mensuração desses impactos, evidenciando a legitimidade das perdas de faturamento e a necessidade de sua mitigação. Observa-se que a busca por aumento de receitas via ampliação da produção nem sempre resulta em maior lucratividade, reforçando a importância de um planejamento integrado e sistêmico que contemple toda a cadeia produtiva, desde o pedido até a entrega final.

Nesse contexto, o conhecimento das limitações operacionais torna-se essencial para orientar decisões estratégicas e direcionar investimentos capazes de gerar valor real. A metodologia do lucro cessante destaca-se, portanto, como ferramenta de apoio à tomada de decisão, contribuindo para maior assertividade na priorização de projetos. Sua aplicação não se restringe ao caso estudado, podendo ser estendida a diferentes processos sujeitos a paradas produtivas e perdas de faturamento.

Embora investimentos em estudos e melhorias logísticas possam representar custos adicionais a curto prazo, tendem a gerar ganhos relevantes a longo prazo, tanto em termos financeiros quanto na confiabilidade percebida pelos clientes. Assim, o monitoramento contínuo e o aprimoramento dos processos são fundamentais para a competitividade organizacional.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem a aplicação da metodologia em diferentes contextos industriais, bem como sua integração com ferramentas de inteligência de dados, visando ao desenvolvimento de modelos preditivos capazes de antecipar gargalos produtivos e otimizar o uso de recursos.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. N. Logística aplicada. 3. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- ANDREASSEN, Ninni K.; OLUYISOLA, Olumide E.; STRANDHAGEN, Jan O.; SEMINI, Marco G.. Decision Variables for Inbound Transportation Redesign in a Chemical Manufacturing Supply Chain. Ifac-Papersonline, [S.L.], v. 52, n. 13, p. 1307-1312, 2019. Elsevier BV <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.379>. Acessado em: 17 maio 2025.
- ARRUDA, R. T. O impacto das variações do programa de produção nos custos logísticos: um estudo de caso na Fiat Automóveis. 2001. 123 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79558/192275.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 11 julho 2025.
- BALLARDIN, Ms.Rachel. Uma análise dos custos logísticos de distribuição no processo de exportação de veículos do Brasil para a Argentina. Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão, [S.L.], v. 13, n. 13, p. 118-128, 12 fev. 2019. Interação. <http://dx.doi.org/10.33836/interacao.v13i13.42>. Acessado em: 11 maio 2025.
- BENDUL, Julia C.; BLUNCK, Henning. The design space of production planning and control for industry 4.0. Computers In Industry, [S.L.], v. 105, p. 260-272, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2018.10.010>. Acessado em: 20 junho. 2025.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRANDALISE, N.; ROCHA, I.; Rocha, H.; LEMOS, W.. Planejamento financeiro de uma Micro cervejaria no Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SAEPRO), 8., 2024, Lorena. Anais [...]. Lorena: EEL – USP, 2024. pp 1-23. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/386748706>. Acessado em: 10 agosto. 2025.Fa
- BRASIL. Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil – Artigos 402/403. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406.htm. Acessado em: 15 set. 2025.
- CAÑAS, H.; MULA, Josefa; CAMPUZANO-BOLARÍN, Francisco; POLER, Raul. A conceptual framework for smart production planning and control in Industry 4.0. Computers & Industrial Engineering, [S.L.], v. 173, p. 108659, nov. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2022.108659>. Acessado em: 10 junho 2025.
- COELHO, F. U – Curso de Direito Civil – Obrigações, responsabilidade, São Paulo: Saraiva, 2009.
- COMELLI, M.; FÉNIÈS, P.; TCHERNEV, N.. A combined financial and physical flows evaluation for logistic process and tactical production planning: application in a company supply chain. International Journal Of Production Economics, [S.L.], v. 112, n. 1, p. 77-95, mar. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.01.012>. Acessado em: 09 julho 2025.
- GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, São Paulo: Atlas, 2010.
- HEMALATHA, C.; SANKARANARAYANASAMY, K.; DURAIRAJ, N.. Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. Materials Today: Proceedings, [S.L.], v. 46, p. 10334-10338, 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>. Acessado em: 19 junho 2025.

HEMERICK et al. A ação de lucros cessantes nas perícias judiciais – uma abordagem conceitual com métodos de sua aplicação. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Faculdades Integradas de Caratinga. Caratinga. 2017. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/423>. Acessado em: 11 julho 2025.

HOOG, W. A. Z. Perícia contábil em contratos de financiamentos. Revista Catarinense da Ciência Contábil, [S.L.], v. 7, n. 19, p. 47-54, 19 out. 2011. Revista Catarinense da Ciencia Contabil. <http://dx.doi.org/10.16930/2237-7662/rccc.v7n19p47-54>. Acessado em: 19 junho 2025.

LAMMOGLIA, J. A. M. Seleção de Projetos lean para linhas de produção: comparativo entre métodos AHP e FUZZY AHP, com abordagem BOCR. 2022. 65 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense. Campus Volta Redonda. 2022. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/27725>. Acessado: 10 maio 2025.

MOHEBBI, E. A note on a production control model for a facility with limited storage capacity in a random environment. European Journal Of Operational Research, [S.L.], v. 190, n. 2, p. 562-570, out. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.06.037>. Acessado em: 03 maio. 2025.

MOHAN, T. R.; ROSELYN, J. P.; UTHRA, R. A.; DEVARAJ, D.; UMACHANDRAN, K. Intelligent machine learning based total productive maintenance approach for achieving zero downtime in industrial machinery. Computers & Industrial Engineering, [S.L.], v. 157, p. 107267, jul. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2021.107267>. Acessado em: 22 julho 2025.

MONTEIRO, Adler Matos Carvalho. A utilização de um modelo FUZZY integrado a gestão de estoque em empresas do ramo eletroeletrônico. 2022. 60 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em engenharia, gestão de processos, sistemas e ambiental) - Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia– ITEGAM. Manaus. 2022. Disponível em: <https://ppg.egpsa.itegam.org.br/dissertacao/show>. Acessado: 09 julho 2025.

NOVOKSHONOV, N. A., MOCHALIN, S. M., EYCHLER, I. A., LARIN, A. N., & Larina, I. V. Investigating the Impact of Transport Performance Characteristics on the Transport and Warehouse System Efficiency. Transportation Research Procedia, v. 68, p. 138–145, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.018>. Acessado em: 11 julho 2025.

OLVERA, V., GUERRERO, C., e SEGURA, E. Control of a production–inventory system optimized with LQR for dynamic demand management. International Journal of Production Economics. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109713>. Acessado em: 05 agosto 2025

PEZARIM, G. A. Proposta de Redução de paradas de produção de uma indústria de fornecimento de borracha no sul do Brasil. 2017. 85 f. Dissertação (Curso de Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa – PR, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16116/2/PG_DAENP_2017_1_05.pdf. Acessado em: 11 julho 2025.

PHONGMOO, Suriya; SUEDUMRONG, Chaichana; KUENSAEN, Chakkrapong; SINTHAVALAI, Runchana; LEKSAKUL, Komgrit. Predictive maintenance in semiconductor manufacturing: comparative analysis of machine learning models for downtime reduction. Computers & Industrial Engineering, [S.L.], v. 205, p. 111211, jul. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2025.111211>. Acessado em: 17 julho 2025.

ZERRAD, R.; DIAZ, K.; MECHKOURI, M.H; SEFIANI, NI. Optimal coordination of Production, Logistics, and Maintenance 4.0: a framework for multi-site stamping plants. Procedia Computer Science, [S.L.], v. 253, p. 2899-2908, 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.014>. Acessado em: 10 de agosto. 2025.