



Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
CECAU - Colegiado do Curso de  
Engenharia de Controle e Automação



Henrique Augusto de Souza Silva

## **Avaliação do Impacto do Absenteísmo Operacional no Desempenho de Docas de Carregamento por Meio de Simulação**

Ouro Preto, 2026

Henrique Augusto de Souza Silva

## **Avaliação do Impacto do Absenteísmo Operacional no Desempenho de Docas de Carregamento por Meio de Simulação**

Trabalho apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro(a) de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Nazário Coelho

Ouro Preto  
2026



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CONTROLE E  
AUTOMACAO



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Henrique Augusto de Souza Silva**

**Avaliação do impacto do absenteísmo operacional no desempenho de docas de carregamento por meio de simulação**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação

Aprovada em 13 de abril de 2026

Membros da banca

[Prof.] - Bruno Nazário Coelho - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Profa.] - Luciana Gomes Castanheira (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Prof.] - Danny Augusto Vieira Tonidandel (Universidade Federal de Ouro Preto)

Bruno Nazário Coelho, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 16/04/2026



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Nazário Coelho, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/04/2026, às 23:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1088413** e o código CRC **18D9EE50**.

**Referência:** Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.004402/2026-18

SEI nº 1088413

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163  
Telefone: 3135591533 - [www.ufop.br](http://www.ufop.br)

# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Xirlene e Sandro, e ao meu irmão, César, por todo o amor, apoio e confiança em mim depositados.

Ao meu orientador, Bruno Nazário Coelho, pela ajuda inestimável nesta etapa de conclusão de curso.

Aos meus primos, em especial Rodrigo e Estela, que sempre se fizeram presentes.

À Escola de Minas, a Universidade Federal de Ouro Preto e ao Departamento de Engenharia de Controle e Automação, pelo ensino de qualidade proporcionado.

A todos os doutores e mestres que, de alguma forma, contribuíram para essa caminhada.

Aos meus amigos que participaram desta jornada.

À Gloriosa República Território Xavante, meu segundo lar, onde vivi os melhores anos de minha vida, e aos seus ex-alunos, por todo o apoio de sempre.

*Até mesmo a escuridão acabará.  
Um novo dia virá. E, quando o  
sol nascer, ele brilhará ainda  
mais.*

---

Samwise Gamage (O Senhor dos  
Anéis: As duas Torres, 2002).

# Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo de simulação computacional aplicado a um sistema logístico de uma cervejaria, com o objetivo de analisar o impacto do absenteísmo de operadores no desempenho das operações de carregamento de carretas e das linhas de produção. Foram considerados quatro cenários experimentais, com taxas de absenteísmo de 0%, 10%, 25% e 40%, mantendo constantes as condições de chegada de carretas e demanda produtiva. A modelagem foi implementada no software JaamSim, permitindo a representação dinâmica do sistema e a análise de indicadores de desempenho, como tempo de espera, formação de filas e produtividade. Os resultados evidenciaram que o aumento do absenteísmo compromete o desempenho do sistema, provocando crescimento significativo no tempo de espera das carretas, principalmente na fila externa, além de aumento no número de falhas no carregamento e redução da capacidade de processamento. Observou-se ainda acúmulo de entidades no sistema e potenciais atrasos operacionais. A linha de envase manteve elevada taxa de utilização. Entende-se que a disponibilidade de operadores constitui um recurso crítico no sistema do modelo, impactando diretamente eficiência e estabilidade. A simulação mostrou-se uma ferramenta eficaz para análise e suporte à tomada de decisão, possibilitando a avaliação de estratégias como realocação de recursos e ajustes operacionais para mitigação dos efeitos do absenteísmo.

**Palavras-chaves:** Simulação; Logística; Sistemas Discretos; Absenteísmo.

# Abstract

This paper presents the development of a computational simulation model applied to a brewery's logistics system, aiming to analyze the impact of operator absenteeism on the performance of truck loading operations and production lines. Four experimental scenarios were considered, with absenteeism rates of 0%, 10%, 25%, and 40%, while maintaining constant truck arrival conditions and production demand. The modeling was implemented using JaamSim software, allowing for a dynamic representation of the system and the analysis of key performance indicators (KPIs), such as waiting time, queue formation, and productivity. The results demonstrated that increased absenteeism compromises system performance, leading to a significant rise in truck waiting times—particularly in the external queue—as well as an increase in loading failures and a reduction in processing capacity. Furthermore, an accumulation of entities within the system and potential operational delays were observed. The bottling line maintained a high utilization rate. It is understood that operator availability constitutes a critical resource in the modeled system, directly impacting efficiency and stability. The simulation proved to be an effective tool for analysis and decision-making support, enabling the evaluation of strategies such as resource reallocation and operational adjustments to mitigate the effects of absenteeism.

**Key-words:**Simulation; Logistics; Discrete Systems; Absenteeism.

# Lista de figuras

Figura 1 – Visão do Sistema . . . . .	28
Figura 2 – Processo de Carregamento . . . . .	29
Figura 3 – Linha de produção . . . . .	30
Figura 4 – Cenário com 0% de absenteísmo . . . . .	32
Figura 5 – Cenário com 10% de absenteísmo . . . . .	33
Figura 6 – Cenário com 25% de absenteísmo . . . . .	33
Figura 7 – Cenário com 40% de absenteísmo . . . . .	34

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Resultados .....	35
-----------------------------	----

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	Justificativas e relevância	12
1.2	Objetivos	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	Logística e gestão de operações	14
2.2	Intralogística e processos de abastecimento e carregamento	15
2.3	Absenteísmo operacional	16
2.4	Indicadores de desempenho logísticos	17
2.5	Simulação de eventos discretos	19
2.6	Modelagem e simulação computacional de sistemas	21
2.7	O software JaamSim como ferramenta de simulação	22
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
3.1	Tipo de pesquisa	24
3.2	Abordagem metodológica	24
3.3	Procedimentos de coleta de dados	25
3.4	Desenvolvimento do modelo de simulação	25
3.5	Definição e implementação dos cenários experimentais	25
3.6	Análise dos dados	26
3.7	Limitações do estudo	26
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>28</b>
4.1	Visão geral do sistema	28
4.2	Processo de carregamento de carretas	28
4.3	Processo de abastecimento da linha de produção	29
4.4	Operadores e absenteísmo	30
4.5	Indicadores de desempenho	31
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>32</b>
5.1	Apresentação dos cenários	32
5.2	Resultados gerais	34
5.3	Análise das filas	35
5.4	Análise dos furos de carregamento	36
5.5	Utilização do envase	37
5.6	Análise da produtividade	37

5.7	Entidades em fila ao final da simulação . . . . .	37
5.8	TMA (Tempo médio de atendimento) . . . . .	38
5.9	Identificação de gargalos . . . . .	38
5.10	Propostas de melhoria . . . . .	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	40
	Referências . . . . .	41

# 1 Introdução

A logística tem um papel cada vez mais central na competitividade das organizações modernas. A eficiência logística está diretamente relacionada à redução de custos, à agilidade no atendimento e à capacidade de resposta em mercados cada vez mais dinâmicos. A conexão estratégica dos recursos internos e externos é essencial para a criação de vantagens competitivas duradouras no setor logístico, especialmente quando se trata de operações complexas que envolvem distribuição, armazenamento e transporte de materiais (YEW WONG; KARIA, 2010).

Porém, desafios como o absenteísmo operacional têm mostrado um impacto significativo no desempenho logístico. A ausência frequente de operadores pode levar à desorganização das operações, sobrecarregando os funcionários presentes e comprometendo a eficiência do processo. Os resultados são atrasos, aumento de custos e redução da produtividade, o que afeta diretamente a competitividade da organização (LUI; BOSTWICK ANDRES; JOHNSTON, 2018). Em operações reais, a ausência de operadores pode gerar atrasos de horas no carregamento e interrupções na produção, impactando diretamente prazos de entrega e custos operacionais. E em um armazém de cervejaria, a falta de operadores de empilhadeiras pode prejudicar tanto o carregamento das carretas quanto o abastecimento das linhas de produção. Isso pode causar problemas como a falta de materiais no momento certo e diminuir a eficiência das operações, o que influencia diretamente o cumprimento dos prazos de entrega e a continuidade da produção.

Ainda no cenário de um armazém de cervejaria, a simulação computacional se apresenta como uma ferramenta essencial para a análise de diferentes configurações operacionais em sistemas logísticos. Através da simulação, é possível testar cenários e obter descobertas sobre o comportamento do sistema sem a necessidade de realizar intervenções físicas, o que reduz custos e minimiza riscos. A simulação além de oferecer uma abordagem flexível e reutilizável, permite a avaliação de diversas alternativas antes de sua implementação na prática (COELHO; RELVAS; BARBOSA-PÓVOA, 2021). Assim, ao modelar as operações de forma precisa e controlada, a simulação contribui para a tomada de decisões mais embasadas, identificar gargalos operacionais e propor soluções para otimizar alguns processos.

Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto do absenteísmo de operadores de empilhadeiras nas operações de carregamento de carretas e no abastecimento das linhas de produção em uma cervejaria. Para isso, será desenvolvido um modelo de simulação utilizando o software JaamSim, com a simulação de quatro cenários experimentais: 0%, 10%, 25% e 40% de absenteísmo. A análise de cada cenário permitirá identificar os

efeitos do absenteísmo sobre o desempenho operacional, a partir de indicadores como o tempo de atendimento, o tamanho das filas e a ocorrência de paradas nas linhas de produção.<sup>1</sup>

## 1.1 Justificativas e relevância

O setor logístico desempenha um papel relevante na eficiência operacional e na competitividade das organizações. É responsável por garantir o fluxo contínuo de materiais e produtos. No entanto, a ausência de operadores tem se mostrado um desafio recorrente, impactando diretamente a produtividade, os prazos de entrega e, conseqüentemente, a satisfação dos clientes. Para tal problema, a simulação computacional aparece como uma ferramenta eficaz para avaliar diferentes cenários operacionais sem os custos e riscos associados aos testes reais.

Ao permitir a representação mais fiel de processos logísticos, a simulação oferece uma forma segura e controlada de explorar soluções e avaliar o impacto de diferentes variáveis. Esse tipo de análise é fundamental para a tomada de decisões estratégicas que visam minimizar os impactos negativos da falta de trabalhadores e melhorar a eficiência das operações. Ao utilizar ferramentas como JaamSim, é possível obter resultados detalhados e aplicar medidas mais contidas que contribuem para a redução de custos e a melhoria do desempenho operacional.

Este estudo busca compreender e quantificar os impactos do absenteísmo operacional em uma cervejaria, setor caracterizado por uma alta demanda e pela necessidade de eficiência em todas as etapas do processo produtivo e de distribuição. Através da aplicação da simulação computacional, pretende-se fornecer informações práticas e baseadas em dados para apoiar o planejamento de recursos humanos e logísticos, visando otimizar o desempenho e a continuidade das operações.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo geral

Avaliar o impacto do absenteísmo de operadores de empilhadeiras nas operações de carregamento de carretas e abastecimento das linhas de produção em uma cervejaria, utilizando simulação computacional no software JaamSim.

---

<sup>1</sup> Os arquivos utilizados na simulação, bem como os modelos produzidos neste trabalho estão disponíveis publicamente no repositório GitHub: <https://github.com/HenriqueAugustoSS/Trabalho-Final-de-Graduacao--Henrique-Augusto-de-Souza-Silva>

## Objetivos específicos

- Mapear e descrever o processo logístico de carregamento de carretas e abastecimento das linhas de produção, identificando fluxos, recursos e restrições do sistema.
- Desenvolver um modelo de simulação computacional representativo do sistema real no software JaamSim.
- Definir e implementar cenários experimentais com diferentes níveis de absenteísmo de operadores de empilhadeiras (0%, 10%, 25% e 40%).
- Avaliar o desempenho do sistema em cada cenário, utilizando indicadores operacionais, como tempo de atendimento, tamanho de filas, furos de carregamento e ocorrência de paradas nas linhas de produção.
- Comparar os resultados obtidos entre os cenários, identificando os efeitos do absenteísmo sobre o desempenho logístico.
- Propor estratégias de mitigação baseadas nos resultados da simulação, com foco na melhoria da eficiência operacional e na minimização dos impactos do absenteísmo.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 Logística e gestão de operações

A logística nas empresas é uma parte importante da cadeia de suprimentos. Ela envolve o planejamento, a execução e o controle do movimento e do armazenamento de materiais, serviços e informações, desde a origem até o cliente final, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes de maneira eficiente. (GONZÁLES GONZÁLES, 2002). A logística também pode ser explicada como um conjunto de funções estratégicas que asseguram que os produtos corretos cheguem ao lugar, na quantidade e no momento adequados, e nas condições desejadas (BATARLIËNË; JARAŠŪNIENË, 2024).

A logística apoia-se em quatro valores essenciais: tempo, relacionado ao cumprimento dos prazos de entrega; qualidade, garantindo que os produtos mantenham suas características durante o transporte e movimentação; lugar, assegurando a correta alocação dos materiais no processo produtivo e a entrega no destino adequado; e informação, responsável por rastrear os fluxos e pedidos ao longo de toda a cadeia logística (OLIVEIRA, 2023). Entre suas principais funções destacam-se a armazenagem, o transporte, o abastecimento da produção e a distribuição. A armazenagem atua como elemento de sortimento, garantindo a disponibilidade de produtos e facilitando a gestão de estoques. O transporte é responsável pela movimentação física das mercadorias entre diferentes pontos da cadeia, sendo relevante para a agilidade operacional e a redução de custos. O abastecimento da produção assegura que os insumos necessários estejam disponíveis continuamente para as operações produtivas, enquanto a distribuição refere-se à entrega final ao cliente, sendo vital para a satisfação e fidelização deste (SOUZA; AMADEU, 2023; ROSA, A. C., 2007).

A gestão eficiente de estoques é parte elementar da logística, pois controla a quantidade de matéria-prima e produtos acabados disponíveis, garantindo que a produção e o atendimento ao cliente não sejam interrompidos. Os estoques podem ser formados de forma intencional, para reduzir custos ou otimizar a produção; por falhas de planejamento, decorrentes de variações de demanda ou problemas logísticos; ou por ausência de planejamento adequado. Apesar de gerar custos, manter estoques é necessário para assegurar a continuidade da produção, atender variações de demanda, possibilitar escolhas de transporte mais econômicas e evitar perdas de vendas (ROSA, R. D. A., 2011).

Atualmente, a gestão logística enfrenta desafios relacionados à necessidade de maior agilidade, redução de custos operacionais e aprimoramento do atendimento ao cliente. Para manter a competitividade, as empresas investem em tecnologias, automação e processos inovadores, buscando eficiência e adaptabilidade frente às rápidas mudanças do mercado

(SILVA; BEZERRA, 2025).

Em contextos industriais, a logística assume papel ainda mais estratégico, pois a eficiência do fluxo interno de materiais e do abastecimento das linhas de produção influencia diretamente o desempenho operacional. Dessa forma, processos logísticos bem geridos impactam indicadores de desempenho como tempo de atendimento, formação de filas e paradas de linha, o que torna a gestão logística não apenas uma função operacional, mas um elemento crítico de competitividade organizacional (CORDEIRO, 2024).

Portanto, é possível observar que a eficiência logística está diretamente relacionada à capacidade de gerenciar fluxos de materiais, informações e recursos de forma integrada. Em ambientes industriais, essa eficiência torna-se ainda mais crítica, especialmente no que se refere aos fluxos internos de materiais. Nesse sentido, destaca-se a importância da intralogística, responsável pela organização e otimização das operações logísticas dentro das instalações produtivas.

## 2.2 Intralogística e processos de abastecimento e carregamento

A intralogística refere-se à gestão dos fluxos internos de materiais dentro de uma organização, abrangendo transporte, armazenamento e abastecimento das linhas de produção. Seu principal objetivo é garantir que os insumos corretos estejam disponíveis no momento e local adequados, assegurando a continuidade das operações produtivas e evitando interrupções na produção. Essa gestão engloba todos os processos logísticos internos, desde a recepção de matérias-primas até a expedição de produtos acabados, buscando otimizar a movimentação de materiais, reduzir custos e aumentar a produtividade (FERNANDES *et al.*, 2023).

O conceito “intra” aplica-se às instalações internas da organização, como fábricas, armazéns, centros de distribuição e terminais de carga, enquanto transportes realizados em rotas externas ou por transporte público não se enquadram no escopo da intralogística (FOTTNER *et al.*, 2021). Entre as principais atividades estão o gerenciamento eficiente de estoques e armazenamento, a manipulação de materiais e transporte interno, o planejamento e implementação de infraestruturas e processos, além do uso de tecnologias e softwares de apoio. A administração e análise de dados coletados durante as operações, com suporte de sistemas como Enterprise Resource Planning (ERP) e Warehouse Management Systems (WMS), contribuem significativamente para a eficiência operacional (WINKLER; ZINSMEISTER, 2019; PFOHL, 2018; ALBRECHT *et al.*, 2024; SCHIFFER; WIENDAHL; SARETZ, 2019).

Os processos de abastecimento de linhas de produção e carregamento de carretas são especialmente críticos, pois impactam diretamente o desempenho operacional. Métodos como o *milk-run*, caracterizado por rotas fixas e programadas de coleta e entrega, são

utilizados para reduzir estoques intermediários e custos logísticos. É exigindo uma sincronização eficiente entre fornecedores internos e processos produtivos, particularmente em ambientes de produção contínua (PEREIRA *et al.*, 2024).

A automação de processos complementa a intralogística ao incorporar sistemas autônomos ou semiautônomos que aumentam a eficiência, produtividade, qualidade e confiabilidade das operações (GOLDBERG, 2012). Tecnologias como robôs industriais, veículos guiados automaticamente (AGVs) e empilhadeiras automatizadas reduzem a dependência do trabalho manual, aumentam a segurança e permitem maior precisão na movimentação e armazenamento de materiais (IVANOV; KUYUMDZHIEV; WEBSTER, 2020).

Os benefícios dessa integração incluem a redução de perdas de produção e tempos improdutivos, a otimização de recursos e utilização mais eficiente de equipamentos, o aumento da segurança e confiabilidade dos processos, maior rapidez na execução das tarefas e facilidade no acompanhamento de normas, padrões e indicadores de desempenho (SHARMA, 2017). A automação, quando combinada com a intralogística, ajuda a melhorar o abastecimento das linhas de produção e o carregamento de carretas. Ela também permite o uso de indicadores logísticos e simulações, que são importantes para tomar decisões e melhorar as operações constantemente.

A logística interna é necessária para garantir a continuidade da produção e a distribuição eficiente de materiais. No entanto, um fator muitas vezes negligenciado, mas com grande impacto, é o absenteísmo dos colaboradores. Quando os operadores ausentes não são substituídos adequadamente, as falhas nos processos logísticos internos aumentam, prejudicando o fluxo de materiais e comprometendo a produtividade da operação.

## 2.3 Absenteísmo operacional

O absenteísmo organizacional refere-se ao não-comparecimento dos trabalhadores em suas atividades, incluindo faltas, atrasos e saídas antecipadas. Trata-se de um fenômeno amplamente discutido na literatura de gestão de pessoas, sendo considerado um importante indicador de eficiência no uso da força de trabalho (CHIAVENATO, 2004; MARRAS, 2000). Além disso, o absenteísmo possui caráter multifatorial, podendo estar relacionado a aspectos individuais, como condições de saúde, e organizacionais, como ambiente de trabalho, liderança e nível de satisfação dos colaboradores (ANJOS, 2009).

Desde o ponto de vista operacional, o absenteísmo dos colaboradores pode impactar significativamente a eficiência do setor logístico. A ausência não planejada pode gerar atrasos nos processos, ocasionar gargalos na cadeia de suprimentos e comprometer a continuidade das operações (SOUZA DOS SANTOS; FILHO; ALVES MOREIRA, 2022). E depois os custos associados vão além do pagamento de salários sem produtividade; incluem horas extras, necessidade de substituições, retrabalho e perda de eficiência operacional (PENATTI;

ZAGO; QUELHAS, 2006; JÚNIOR, 2012).

A medição do absenteísmo é válida para uma melhor gestão e pode ser realizada por meio de indicadores como a relação entre horas perdidas e horas planejadas ou entre dias de ausência e dias efetivamente trabalhados. Tais métricas permitem quantificar o problema, acompanhar sua evolução ao longo do tempo e sustentar a tomada de decisão gerencial (JÚNIOR, 2012). O monitoramento sistemático contribui para identificar padrões de ausência, distinguindo entre afastamentos legais e faltas injustificadas, atrasos ou ausências evitáveis. (ANJOS, 2009; MARRAS, 2000).

Entre as consequências do absenteísmo estão a redução da produtividade, o aumento dos custos operacionais, a desorganização dos fluxos de trabalho e a sobrecarga sobre os colaboradores presentes, impactando a motivação e a qualidade das atividades (SILVA; MARZIALE, 2000). Em setores que dependem de sincronização operacional, como sistemas intralogísticos, a ausência de trabalhadores pode comprometer o fluxo de materiais, gerar gargalos e afetar o abastecimento das linhas de produção. Quando um operador de empilhadeira se ausenta, a falta de um substituto adequado resulta em interrupções no fluxo de materiais, aumentando o risco de gargalos logísticos e impactando negativamente o tempo de atendimento e a eficiência operacional.

Diante desses impactos, diversas estratégias de prevenção e mitigação podem ser adotadas. Entre elas, destacam-se programas de qualidade de vida no trabalho, ações voltadas à saúde e segurança ocupacional, melhorias nas condições organizacionais e práticas de gestão de pessoas que promovam engajamento e valorização do colaborador (CHIAVENATO, 1999). Medidas de incentivo, como bonificações por presença, e políticas de controle equilibradas também podem reduzir o absenteísmo (PENATTI; ZAGO; QUELHAS, 2006).

Dessa forma, o absenteísmo configura-se como um fator relevante para o desempenho das operações logística. Por isso, torna-se fundamental não apenas compreender suas causas e consequências, mas também avaliar seus impactos por meio de indicadores de desempenho, permitindo uma análise mais precisa e embasada para a tomada de decisão gerencial.

## 2.4 Indicadores de desempenho logísticos

Os Indicadores-Chave de Desempenho (*Key Performance Indicators – KPIs*) são ferramentas essenciais para mensurar o desempenho das operações logísticas. Esses indicadores traduzem os objetivos estratégicos em parâmetros quantificáveis, oferecendo suporte à tomada de decisões e à melhoria contínua das operações (ÂNGELO, 2005; BALLOU, 1998; TREINAMENTO EM LOGÍSTICA LTDA., 2005).

No contexto da logística, os indicadores podem ser classificados quanto ao âmbito

de aplicação:

- **Indicadores internos:** relacionados aos processos realizados dentro da empresa, monitorando áreas como atendimento de pedidos, gestão de estoques, armazenagem e transporte. Esses indicadores permitem identificar gargalos, medir produtividade e otimizar a utilização de recursos (ÂNGELO, 2005; AUGUSTO, 2005).
- **Indicadores externos:** relacionados ao desempenho de fornecedores e parceiros da cadeia de suprimentos, garantindo que produtos e serviços sejam entregues dentro dos padrões de qualidade, quantidade e prazo previamente estabelecidos (HIJJAR, 2005; CONCEIÇÃO; QUINTÃO, 2004).

Entre os indicadores internos mais relevantes destacam-se:

- **Tempo de Ciclo do Pedido:** mede o intervalo entre a realização de um pedido pelo cliente e a entrega final.
- **Tempo Médio de Carga e Descarga:** avalia a eficiência das operações nas docas de recebimento e expedição.
- **Taxa de Utilização de Recursos:** mede a ocupação de equipamentos e operadores nas atividades de armazenagem e movimentação interna.
- **Pedidos Processados por Hora:** indicador de produtividade da armazenagem, separação e embalagem de pedidos.

A aplicação desses KPIs possibilita às empresas identificar falhas operacionais, avaliar impactos sobre a produtividade e tomar decisões fundamentadas para a otimização dos processos (TREINAMENTO EM LOGÍSTICA LTDA., 2005). Para garantir a confiabilidade dos indicadores, é fundamental que os dados coletados sejam precisos e consistentes, uma vez que a qualidade da informação influencia diretamente a acuracidade das análises (BARBETA, 2002).

Além disso, o monitoramento contínuo permite estabelecer metas e limites de variação aceitáveis, assegurando que os recursos sejam alocados adequadamente e que o desempenho permaneça dentro dos padrões desejados. O uso de gráficos de controle, por exemplo, facilita a visualização de desvios em relação às metas e permite a identificação rápida de problemas, orientando ações corretivas (ÂNGELO, 2005).

Em operações complexas, a análise isolada dos indicadores pode não ser suficiente para compreender o comportamento do sistema logístico, sobretudo diante de variabilidades como flutuações de demanda, indisponibilidade de recursos ou atrasos de fornecedores. Nesse contexto, abordagens complementares, como a modelagem e simulação computacional,

permitem avaliar o impacto de diferentes cenários sobre os indicadores de desempenho e apoiar decisões mais robustas (BALLOU, 1998; TREINAMENTO EM LOGÍSTICA LTDA., 2005).

No contexto da logística moderna, os indicadores de desempenho também têm se mostrado essenciais para medir o impacto ambiental das operações de armazém. Segundo Cosma (2024), a integração de sistemas automatizados de armazém, como AS/RS (*Automated Storage and Retrieval Systems*) e veículos guiados automatizados (AGVs), com sistemas de gerenciamento de armazém (WMS) e ERP, permite a coleta de dados em tempo real. Essa integração favorece a análise de indicadores estratégicos e operacionais, possibilitando decisões que otimizam tanto a produtividade quanto a sustentabilidade do armazém.

Os KPIs podem ser classificados em duas categorias principais:

- **Operacionais:** voltados ao monitoramento de processos logísticos, como tempos de recebimento, movimentação de pallets e taxas de erro.
- **Estratégicos:** direcionados à melhoria do fluxo de mercadorias e à sustentabilidade do armazém.

A medição correta desses indicadores possibilita identificar gargalos, otimizar recursos, reduzir o consumo energético e promover práticas de logística sustentável. Podemos destacar a criação de dashboards e o uso de métodos de priorização, como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permitem avaliar a relevância relativa de cada KPI, oferecendo suporte a decisões gerenciais mais precisas e estratégicas (COSMA; AL., 2024).

Indicadores como o tempo médio de carga e descarga e a taxa de utilização de recursos são diretamente afetados pela falta dos operadores. Quando um operador não comparece ao trabalho, o tempo de execução das tarefas logísticas aumenta e a utilização dos equipamentos e recursos fica comprometida, impactando esses indicadores críticos de desempenho.

Portanto, os indicadores de desempenho logístico servem para monitorar as operações. Eles também são ferramentas estratégicas. Ajudam a melhorar continuamente as operações, promover eficiência e sustentabilidade. Além disso, fortalecem a competitividade das empresas no setor logístico. .

## 2.5 Simulação de eventos discretos

Dado o impacto que o absenteísmo pode ter sobre os indicadores de desempenho, a simulação de eventos discretos (SED) torna-se uma ferramenta valiosa. Com a SED, é possível modelar o impacto de diferentes níveis de absenteísmo no desempenho logístico

e testar possíveis soluções, como o aumento de recursos ou ajustes nas operações, sem a necessidade de alterar fisicamente o processo. Essa abordagem oferece um meio seguro e eficiente para prever riscos e otimizar os recursos logísticos antes da implementação.

A Simulação de Eventos Discretos é uma técnica que modela sistemas. Neles, alterações de estado ocorrem em pontos específicos no tempo. Normalmente, essas mudanças estão associadas à ocorrência de eventos distintos. A abordagem permite analisar processos complexos em detalhes. Elementos como chegada de produtos, início e término de tarefas ou mudanças no estado de máquinas são representados de forma pontual e quantificada (COELHO; RELVAS; BARBOSA-PÓVOA, 2021).

A SED consolida-se como uma ferramenta indispensável para a análise e o aperfeiçoamento de sistemas logísticos, permitindo uma integração robusta com KPIs logísticos e ambientais. Segundo Jain (2004), a técnica é capaz de testar e avaliar indicadores críticos de desempenho, como tempos de ciclo, níveis de estoque e produtividade, antes de qualquer implementação física. No que atinge à sustentabilidade, a simulação permite mensurar o consumo energético e a eficiência operacional ao simular fluxos de transporte e operação de maquinário, conectando-se diretamente a indicadores ambientais. Dessa forma, a SED transforma incertezas operacionais em cenários quantificáveis que suportam decisões estratégicas e investimentos em equipamentos (STANDRIDGE; HELTNE, 2000; JAIN, 2004).

A simulação é uma técnica de solução de problemas por meio da análise computacional do comportamento de sistemas. A evolução tecnológica contribuiu para operações logísticas mais rápidas, confiáveis e eficientes, com maior disponibilidade de informações para análises quantitativas mais sofisticadas. Os sistemas logísticos envolvem múltiplos componentes e recursos, classificados em diretos, utilizados no transporte físico de cargas, e indiretos, relacionados a atividades de separação, consolidação, estocagem e movimentação em centros de distribuição e armazéns. A literatura indica que a SED é adequada para avaliar alternativas de operação de terminais de carga e armazéns, bem como para o desenvolvimento, avaliação e refinamento de sistemas logísticos.

No âmbito das aplicações específicas em armazéns e logística, a SED permite modelar processos complexos e testar diferentes estratégias antes de implementá-las fisicamente. Macro e Salmi (2002) demonstram a utilização da simulação para avaliar a eficiência de métodos de armazenamento, configurando racks e movimentação de pallets. Além disso, é aplicada na avaliação de layouts de armazéns e processos de separação de pedidos (*picking*), identificando gargalos antes da execução real (TAKAKUWA *et al.*, 2000; MACRO; SALMI, 2002).

Quanto às ferramentas e *softwares*, destacam-se plataformas consolidadas como Arena e ProModel que, conforme Kelton (2004) e Baird (1994), permitem a construção de modelos de alta fidelidade para sistemas industriais. Ambientes modulares, como o

MSE (*Modular Simulation Environment*), auxiliam na análise de capacidades logísticas estratégicas (STANDRIDGE; HELTNE, 2000). A escolha da plataforma depende da complexidade do sistema: simuladores comerciais facilitam a modelagem rápida, enquanto arquiteturas distribuídas permitem a integração de modelos via internet (LINN; CHEN; LOZAN, 2002). A validação e verificação dos modelos é crítica; Garcia, Silva e Saliby (2002) reforçam a necessidade de confrontar resultados virtuais com dados reais ou expressões analíticas, garantindo confiabilidade por meio de testes de sensibilidade e análise de cenários (GARCIA; SILVA; SALIBY, 2002).

A Simulação de Eventos Discretos traz benefícios não só operacionais, mas também ambientais e estratégicos. Ela ajuda a reduzir desperdícios, otimizar recursos e melhorar a previsão de demanda. Ao simular mudanças nos processos da cadeia de suprimentos, a SED contribui para reduzir o consumo de energia e aumentar a eficiência logística. Ela complementa ações de automação. Estudos mostram sua aplicação em logística de resíduos radioativos, conforme Barnard (2000) e Trone (2000), e no transporte de cana-de-açúcar na indústria sucroalcooleira. Dessa forma, a SED se torna uma ferramenta essencial para garantir o alcance das metas de desempenho em operações logísticas complexas.

## 2.6 Modelagem e simulação computacional de sistemas

A modelagem computacional é um pilar do desenvolvimento científico moderno e consiste na construção de versões digitais de modelos para resolver problemas complexos. Na logística, essa prática fundamenta-se na modelagem matemática, que traduz situações reais em problemas tratáveis (BIEMBENGUT; HEIN, 2003).

Existem duas abordagens principais: a determinística, que utiliza dados fixos e conhecidos para encontrar soluções ótimas exatas, como na roteirização por programação linear, conforme Gomes et al. (2019); e a estocástica, que considera incertezas e variabilidades, como variações no tráfego ou quebras de veículos, servindo de base para modelos de simulação mais robustos (SILVA, 2006).

A Simulação de Eventos Discretos funciona como ambiente experimental dessa modelagem, permitindo testar cenários e observar o comportamento do sistema ao longo do tempo. Essa integração possibilita projetar resultados em KPIs logísticos e ambientais, como *Lead Time*, produtividade e consumo energético (GOMES; AL., 2019). Além disso, a modelagem aliada à SED permite a otimização de processos logísticos, por meio de algoritmos matemáticos e heurísticos que ordenam roteiros considerando a capacidade dos veículos e o tempo de entrega. Essa abordagem contribui para decisões estratégicas e sustentáveis, reduzindo distâncias percorridas, tempo de resposta, consumo de energia e emissão de poluentes (GOMES; AL., 2019).

Para apoiar a construção e análise desses modelos, utilizam-se plataformas comerci-

ais como Arena, ProModel, FlexSim e AnyLogic, além de ferramentas de otimização, como o Solver do Microsoft Excel. Essas ferramentas permitem visualizar cenários complexos e validar processos antes da implementação física, embora exijam dados precisos e elevado conhecimento técnico para garantir que o modelo computacional reflita corretamente o modelo mental inicial (SILVA, 2006).

As aplicações práticas da modelagem computacional são diversas, abrangendo desde a gestão de armazéns até o transporte de cargas complexas. Estudos demonstram que a aplicação dessas ferramentas em distribuidoras permitiu reduzir em 48,1% os custos de combustível e em 46,9% a distância percorrida (GOMES; AL., 2019). Entre os principais benefícios estão a eficiência operacional, o planejamento robusto e a capacidade de prever resultados estratégicos. As limitações residem na necessidade de compreensão profunda das variáveis, qualidade dos dados coletados e validação rigorosa dos modelos frente à realidade .

## 2.7 O software JaamSim como ferramenta de simulação

O JaamSim é um software de simulação baseado em eventos discretos, de código aberto, reconhecido por sua flexibilidade e capacidade de representar sistemas complexos de forma visual e intuitiva. Desde sua criação, o JaamSim tem se destacado como alternativa acessível às ferramentas comerciais, permitindo a construção de modelos aplicados a sistemas produtivos e logísticos sem custos de licenciamento. Sua interface gráfica facilita a modelagem e a análise de processos, apoiando a avaliação de desempenho e a tomada de decisão fundamentada (LANG *et al.*, 2021).

Na logística e na indústria, o JaamSim é utilizado para simular operações como linhas de produção, sistemas de armazenagem, movimentação de materiais, filas de espera e processos de carregamento e descarregamento. A ferramenta permite avaliar o desempenho dessas operações, identificar gargalos, analisar tempos de ciclo e de espera, além de testar diferentes cenários operacionais antes da implementação prática (RUANE; WALSH; COSGROVE, 2022).

Estudos demonstram a eficácia do JaamSim na análise de processos industriais. O trabalho de Zeng *et al.* (2022) aplica o software na simulação de sistemas de transporte e carregamento, analisando a alocação de recursos e os tempos de espera para otimizar o desempenho do sistema. De forma semelhante, Ruane *et al.* (2023) utilizaram o JaamSim para desenvolver modelos digitais de linhas automatizadas de produção, permitindo testar configurações operacionais e validar melhorias antes de modificações físicas no processo.

As vantagens da utilização deste *software* são, segundo as referências, relacionadas à acessibilidade e flexibilidade Lang *et al.* (2021), permitindo construir modelos detalhados sem custo de licenciamento. Também suporta análise de cenários complexos e integrações

visuais intuitivas, facilitando a interpretação de resultados e decisões gerenciais (RUANE; WALSH; COSGROVE, 2022).

Entretanto, podemos destacar as limitações relacionadas à necessidade de conhecimento técnico para a modelagem adequada e à complexidade de cenários muito detalhados. Ambos podem exigir tempo e planejamento adicionais para a construção do modelo (LANG *et al.*, 2021; RUANE; WALSH; COSGROVE, 2022).

Portanto, o JaamSim é uma ferramenta eficaz para simular, analisar e aprimorar processos industriais e logísticos. Ele permite modelar a movimentação de materiais, filas e operações de carregamento. O software possibilita a realização de testes de cenários antes da implementação real. Dessa forma, apoia a tomada de decisões fundamentadas (LANG *et al.*, 2021).

O mesmo foi escolhido para simular os cenários de absenteísmo devido à sua flexibilidade e capacidade de representar processos logísticos complexos de forma intuitiva. Com o JaamSim, é possível modelar o impacto de diferentes níveis de absenteísmo nas operações de carregamento e abastecimento, avaliando como essas ausências influenciam indicadores críticos como o tempo de atendimento, a formação de filas e o abastecimento das linhas de produção.

## 3 Metodologia

O atual estudo pretende avaliar o impacto do absenteísmo de operadores de empilhadeiras nas operações de carregamento de carretas e abastecimento das linhas de produção de uma cervejaria, utilizando a simulação computacional como ferramenta principal para análise. Para isso, foi adotada uma abordagem metodológica de caráter **aplicado** e **quantitativo**, com base em uma **pesquisa exploratória e descritiva**, conforme as definições de Gil (2007) e Trujillo Ferrari (1982). Essa escolha se justifica pelo objetivo de compreender as variáveis operacionais envolvidas e propor soluções práticas para otimizar os processos.

### 3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é classificada como **aplicada**, uma vez que visa a análise de um problema específico no contexto da logística, buscando gerar soluções diretas para os desafios do absenteísmo operacional. Trujillo Ferrari (1982) descreve a pesquisa aplicada como aquela que busca a solução de problemas práticos, utilizando o conhecimento teórico para compreender e otimizar a realidade estudada.

Além disso, a pesquisa assume um caráter **quantitativo**, fundamentando-se na coleta e análise de dados numéricos provenientes da simulação. O propósito reside na medição objetiva dos indicadores de desempenho, permitindo avaliar de forma exata o impacto dos diferentes níveis de absenteísmo sobre a produtividade e a eficiência operacional.

### 3.2 Abordagem metodológica

A abordagem metodológica adotada é **exploratória e descritiva**, visando ampliar o conhecimento sobre o impacto do absenteísmo no desempenho logístico e descrever de forma detalhada os fenômenos observados. Gil (2007) ressalta que a pesquisa exploratória é adequada para o levantamento inicial de informações e identificação de variáveis relevantes, enquanto a pesquisa descritiva permite retratar e analisar características do fenômeno de maneira sistemática.

A utilização da simulação computacional possibilita analisar cenários alternativos sem interferir no processo real, garantindo uma descrição fiel do comportamento do sistema sob diferentes níveis de absenteísmo.

### 3.3 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados será realizada a partir de duas fontes principais: **pesquisa bibliográfica** e **simulação computacional**.

- A **pesquisa bibliográfica** fundamentará teoricamente o estudo, considerando literatura sobre logística, absenteísmo, simulação computacional e eficiência operacional (COELHO; RELVAS; BARBOSA-PÓVOA, 2021),(YEW WONG; KARIA, 2010). Essa etapa permite identificar variáveis críticas, fundamentar o modelo de simulação e contextualizar os resultados.
- A **simulação computacional** é a principal ferramenta de coleta de dados primários, permitindo modelar as operações logísticas da cervejaria e testar diferentes níveis de absenteísmo de operadores. Para isso, será utilizado o software JaamSim, escolhido por sua capacidade de modelagem visual, flexibilidade para cenários dinâmicos e gerenciamento de filas e recursos, tornando-o mais adequado que outras ferramentas. O registro de dados será realizado a cada intervalo de 5 minutos de simulação, com 10 repetições para cada cenário, garantindo confiabilidade estatística.

### 3.4 Desenvolvimento do modelo de simulação

O modelo de simulação será construído no JaamSim, considerando os fluxos operacionais da cervejaria, com foco no carregamento de carretas e abastecimento das linhas de produção. Serão incluídos os recursos (operadores, empilhadeiras, carretas) e restrições operacionais, como limites de filas e capacidade das empilhadeiras, para garantir que o modelo represente fielmente o sistema real.

Para a representação dos tempos e intervalos de chegada no modelo, foram adotadas distribuições probabilísticas distintas conforme a natureza de cada processo. A chegada de carretas foi modelada por meio de uma distribuição exponencial, devido à alta variabilidade, característica comum em sistemas logísticos com fluxo não controlado. As demais atividades do sistema, como inspeção, carregamento e conferência, foram modeladas utilizando distribuição normal, uma vez que apresentam maior estabilidade, com média bem definida e baixa variabilidade.

### 3.5 Definição e implementação dos cenários experimentais

Os cenários serão definidos com base nos níveis de absenteísmo de operadores: 0%, 10%, 25% e 40%. A escolha desses níveis se apoia em suposições de absenteísmo em indústrias similares, permitindo analisar impactos graduais no desempenho operacional.

Para cada cenário, serão avaliados os seguintes indicadores de desempenho:

- Tempo médio de atendimento das carretas
- Número médio de carretas nas filas
- Utilização das empilhadeiras
- Número de paradas nas linhas de produção

Cada indicador será calculado automaticamente pelo software a partir dos registros de simulação, permitindo comparações precisas entre os cenários. Esses indicadores são fundamentais para avaliar o desempenho do sistema logístico e a eficiência na utilização dos recursos disponíveis, conforme os conceitos descritos por (TRUJILLO FERRARI, 1982) e (COELHO; RELVAS; BARBOSA-PÓVOA, 2021).

### 3.6 Análise dos dados

A análise será realizada com base na comparação dos resultados obtidos em cada cenário, utilizando **estatísticas descritivas (médias, desvios padrão, gráficos de filas e boxplots)** para interpretar os impactos do absenteísmo. Embora a análise de conteúdo seja útil para variáveis qualitativas, neste estudo a ênfase será quantitativa, com interpretação gráfica e estatística.

A análise dos dados será realizada por meio da comparação dos resultados obtidos nos diferentes cenários, utilizando indicadores de desempenho operacional. A literatura descreve a **análise de conteúdo** como uma técnica adequada para a interpretação de dados qualitativos, permitindo a identificação de padrões, tendências e relações causais entre as variáveis analisadas. A interpretação dos resultados permitirá identificar os efeitos do absenteísmo nas operações de carregamento de carretas e abastecimento e envase das linhas de produção, além de possivelmente fornecer informações sobre as principais causas das quedas de desempenho logístico.

A partir dos resultados, serão identificadas tendências, gargalos e potenciais causas de perdas de eficiência, permitindo sugerir estratégias de mitigação e melhoria operacional.

### 3.7 Limitações do estudo

Embora a simulação computacional seja uma ferramenta robusta, os resultados podem não ser totalmente generalizáveis devido à especificidade dos cenários e simplificações do modelo, como supor tempos de operação constantes e uniformidade de desempenho dos

operadores. Além do mais, o sucesso das estratégias de mitigação dependerá de fatores externos à simulação, como aceitação dos operadores e da gestão da empresa.

## 4 Descrição do problema

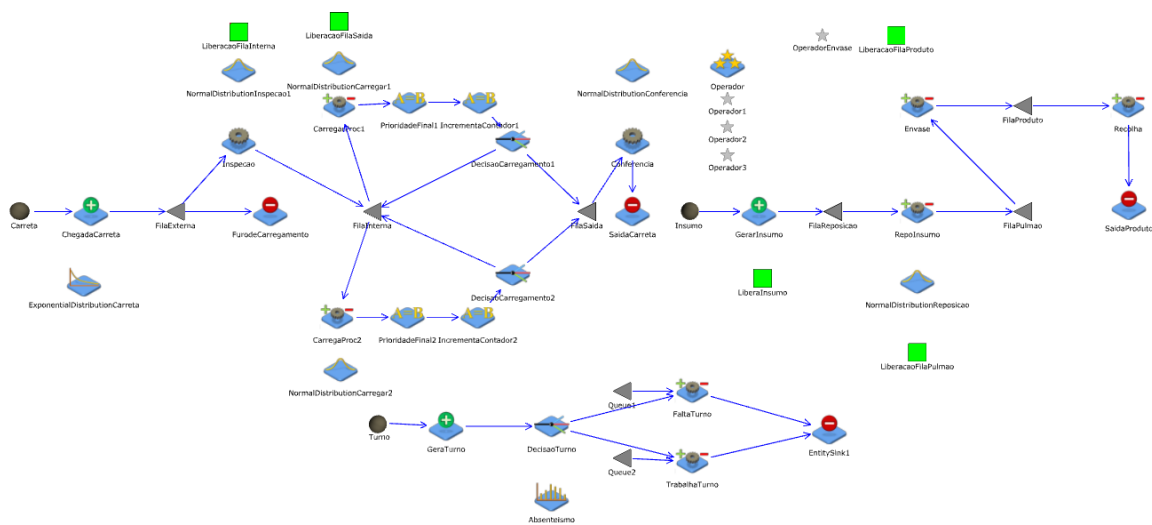
### 4.1 Visão geral do sistema

O sistema estudado representa as operações internas de uma cervejaria e possui como foco o carregamento de carretas, o abastecimento e envase da linha de produção. Do mesmo modo, o modelo considera a influência do absentismo dos operadores, que pode afetar diretamente o desempenho das atividades.

A simulação foi realizada considerando um período de 365 dias, permitindo observar o comportamento do sistema ao longo do tempo. O modelo inclui limitações de capacidade, uso de recursos humanos e variações nos tempos das atividades, se aproximando a realidade.

A Figura 1 ilustra o modelo no JaamSim completo do sistema que será analisado.

Figura 1 – Visão do Sistema



Simulação do autor

### 4.2 Processo de carregamento de carretas

As carretas chegam à unidade com intervalo médio de 1 hora e 15 minutos. Como há muita variação entre as chegadas, foi utilizada uma distribuição exponencial no modelo.

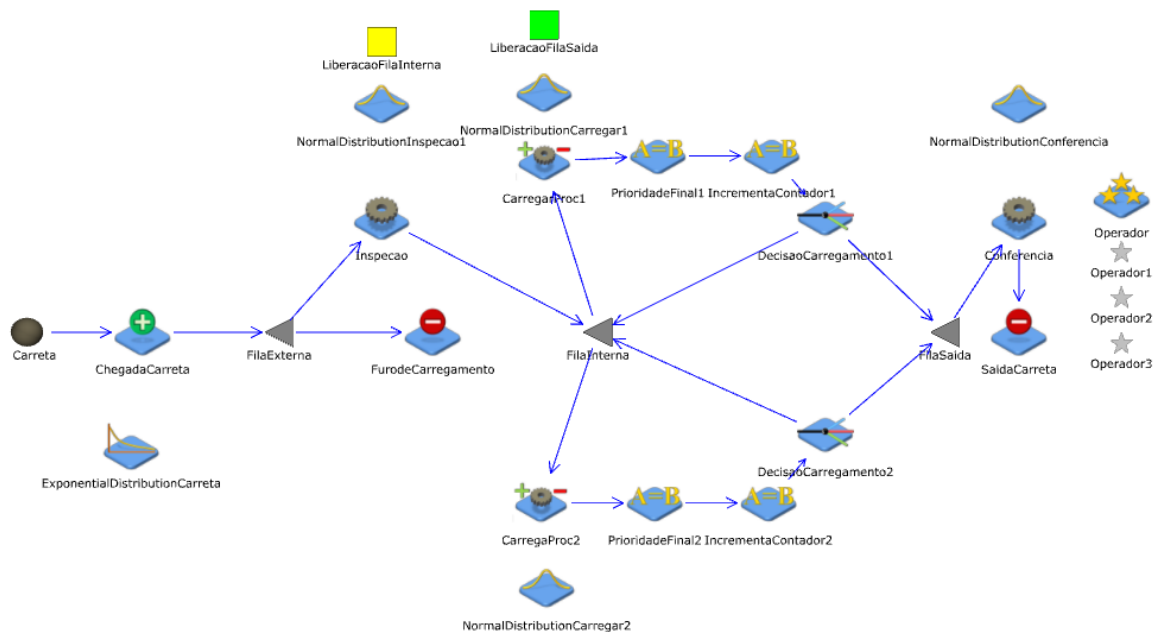
Ao chegar, as carretas aguardam na **fila externa**, que representa o pátio da empresa. Caso uma carreta permaneça nessa fila por mais de 6 horas, ela é liberada sem ser carregada. Essa situação é chamada de “**furo de carregamento**”. Depois da espera, a carreta passa pela inspeção de documentação. Essa atividade dura, em média, 5 minutos e 15 segundos, com alguma variação.

Após a inspeção, a carreta segue para a **fila interna**, que tem capacidade máxima de duas unidades. Essa limitação pode gerar espera e até bloqueios no sistema. Em seguida, a carreta é direcionada para uma das duas docas de carregamento. Cada doca precisa de um operador para funcionar. O tempo de carregamento é, em média, 5 minutos e 37 segundos.

Cada carreta possui 28 posições para carga. Como são carregados 2 paletes por vez, são necessários 14 ciclos para completar o carregamento. Ao final de cada ciclo, a carreta volta para a fila interna e aguarda o próximo carregamento. Se a fila interna estiver cheia, a carreta não consegue retornar e fica parada na doca até que haja espaço disponível. Isso pode causar atraso nas operações.

Quando o carregamento é finalizado, a carreta segue para a **fila de saída**, que comporta apenas uma unidade. Depois disso, passa pela conferência final, que dura, em média, 15 minutos e 50 segundos. Após a conferência, a carreta deixa o sistema.

Figura 2 – Processo de Carregamento



Recorte do modelo

### 4.3 Processo de abastecimento da linha de produção

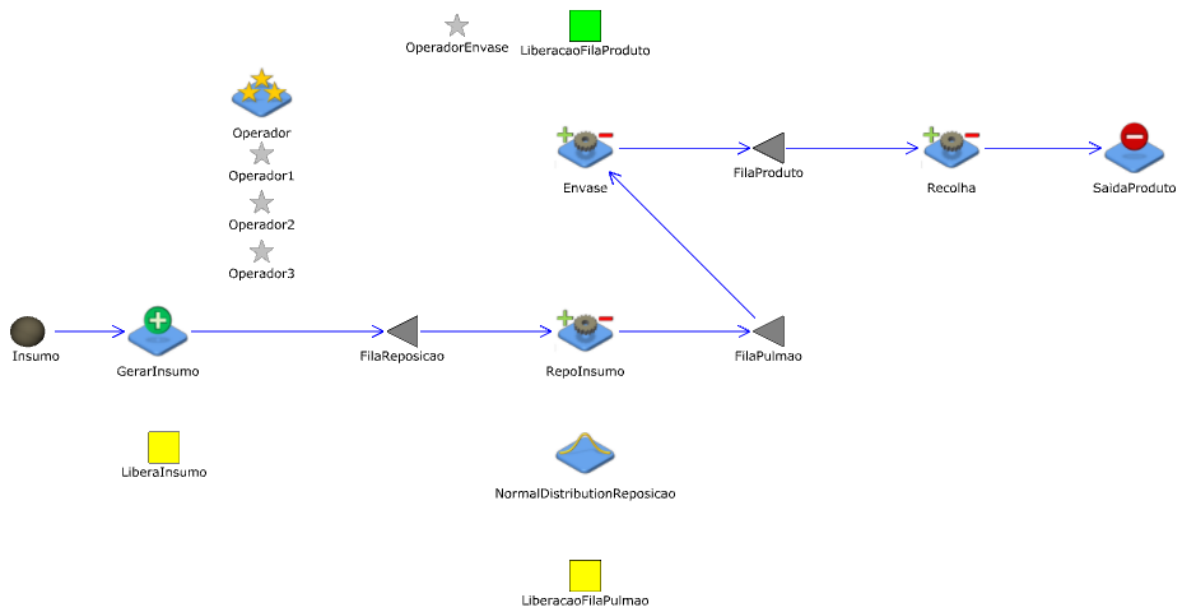
A linha de produção estudada funciona 24 horas por dia. Para a simulação, foi considerado que sempre há insumos disponíveis para abastecimento. O processo começa com a atividade de **reposição de insumos**, que utiliza um operador. Essa tarefa dura, em média, 2 minutos.

Após a reposição, os insumos são direcionados para uma fila chamada “pulgão”, que pode armazenar até 3 unidades. Essa fila ajuda a manter o fluxo da produção. Em

seguida, os insumos passam pelo processo de **envase**, que tem duração fixa de 4 minutos. Após essa etapa, os itens passam a ser considerados produtos.

Os produtos seguem para outra fila, também com capacidade de 3 unidades, onde aguardam a etapa de recolha. A atividade de recolha também utiliza o operador e possui duração média de 2 minutos. Após essa etapa, os produtos deixam o sistema.

Figura 3 – Linha de produção



Recorte do modelo

#### 4.4 Operadores e absentéismo

O sistema completo analisado conta com **três operadores**. Dois deles trabalham nas docas de carregamento e um é responsável pelo abastecimento e envase da linha de produção. O modelo considera a possibilidade de ausência de operadores, representada pelo absentéismo. A cada turno de 8 horas, existe a chance de um operador faltar. Quando ocorre a falta do operador responsável pelo abastecimento e envase da linha, um dos operadores das docas é realocado para essa função. Isso garante que a produção continue funcionando, mas reduz a capacidade de carregamento das carretas.

Essa regra mostra que o abastecimento e envase da linha tem prioridade sobre o carregamento. Dessa forma, o sistema passa a ter menos operadores disponíveis nas docas, o que pode aumentar filas e atrasos.

## 4.5 Indicadores de desempenho

Para avaliar o funcionamento do sistema, foram definidos alguns indicadores:

- O **tempo médio de atendimento** das carretas é calculado como a soma dos tempos nas filas (externa, interna e de saída) com os tempos das atividades de inspeção, carregamento e conferência.
- O **número de “furos de carregamento”**, que representa as carretas que deixam o sistema sem serem carregadas após esperar mais de 6 horas na fila externa.
- O **tamanho das filas** ao longo do processo, a utilização dos recursos e a quantidade de entidades processadas.

## 5 Resultados e discussões

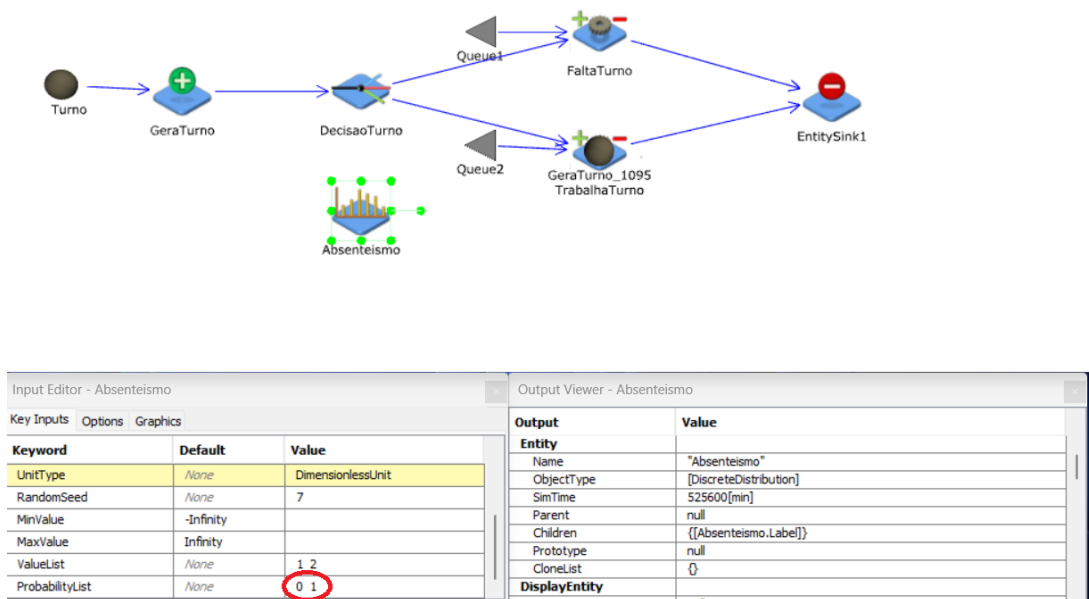
### 5.1 Apresentação dos cenários

Foram analisados quatro cenários com diferentes níveis de absenteísmo de operadores: 0%, 10%, 25% e 40%. O objetivo foi avaliar como a ausência de operadores impacta o desempenho das operações logísticas, especialmente no carregamento de carretas e no abastecimento da linha de produção.

Todos os cenários foram simulados a partir do mesmo modelo, sendo alterado apenas o nível de absenteísmo. Dessa forma, foi possível realizar uma comparação direta entre os resultados, isolando o efeito da indisponibilidade de operadores sobre o sistema.

As Figuras 4 a 7 ilustram os modelos desenvolvidos no software de simulação para cada um dos cenários analisados.

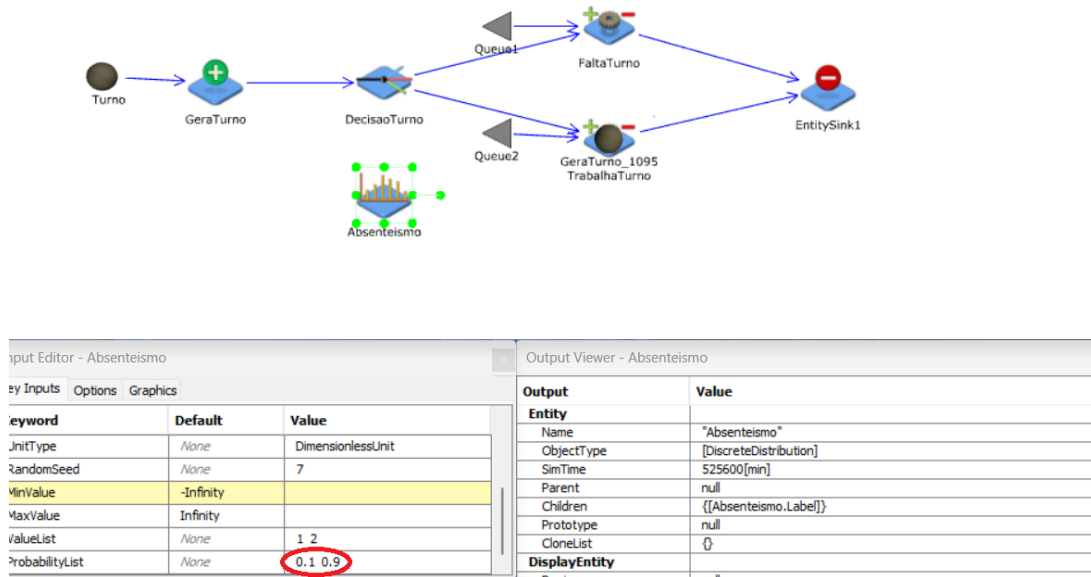
Figura 4 – Cenário com 0% de absenteísmo



Resultado 0% de absenteísmo

A Figura 4 ilustra o modelo com 0% de absenteísmo, representando a situação ideal, na qual todos os operadores estão disponíveis durante todo o período de operação. Em destaque na figura, temos o parâmetro ProbabilityList que de forma probabilística gera dois cenários: cenário 1 o operador irá faltar o turno e cenário 2 o operador irá trabalhar naquele turno, neste caso temos 0% de operadores faltando e 100% de operadores trabalhando.

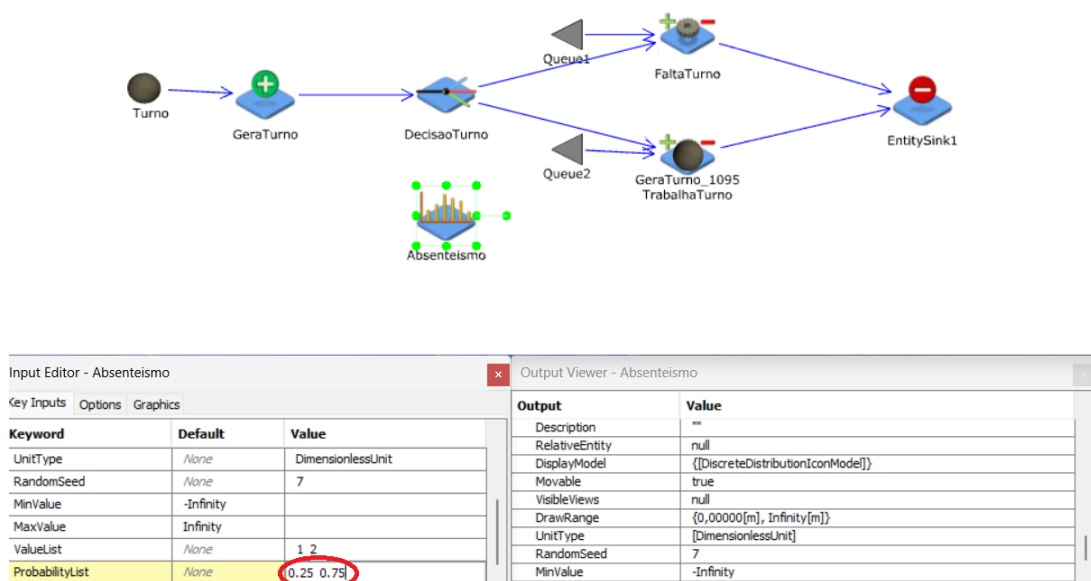
Figura 5 – Cenário com 10% de absenteísmo



Resultado 10% de absenteísmo

A Figura 5 ilustra o cenário com 10% de absenteísmo, no qual já se observa a ocorrência de ausências ao longo dos turnos, impactando parcialmente a disponibilidade de recursos. Neste caso temos 10% de operadores faltando e 90% de operadores trabalhando, como mostrado em destaque na figura.

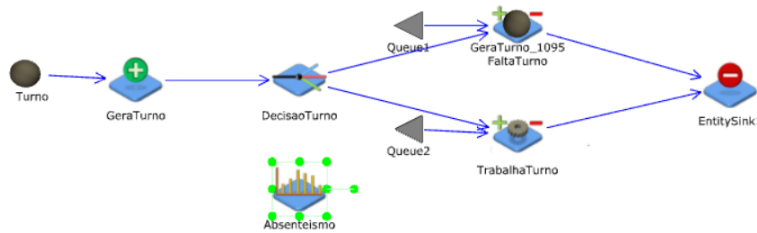
Figura 6 – Cenário com 25% de absenteísmo



Resultado 25% de absenteísmo

Na Figura 6 é ilustrado o cenário com 25% de absenteísmo, caracterizado por uma redução mais significativa da força de trabalho, afetando de forma mais evidente o fluxo das operações. Realçado na figura, temos 25% de operadores faltando e 75% de operadores trabalhando.

Figura 7 – Cenário com 40% de absenteísmo



Input Editor - Absenteismo			Output Viewer - Absenteismo	
Keyword	Default	Value	Entity	Value
UnitType	None	DimensionlessUnit	Name	"Absenteismo"
RandomSeed	None	7	ObjectType	[DiscreteDistribution]
MinValue	-Infinity		SimTime	525600[min]
MaxValue	Infinity		Parent	null
ValueList	None	1 2	Children	{{Absenteismo.Label}}
ProbabilityList	None	0.40 0.60	Prototype	null
			CloneList	∅
			DisplayEntity	

Resultado 40% de absenteísmo

Por fim, a Figura 7 ilustra o cenário com 40% de absenteísmo, no qual há uma alta indisponibilidade de operadores, comprometendo de forma mais intensa a capacidade de atendimento do sistema.

As imagens permitem uma pequena visualização da estrutura do modelo e a organização dos processos simulados, além de facilitar a compreensão da dinâmica operacional em cada cenário. De forma geral, observa-se que, à medida que o absenteísmo aumenta, há maior tendência de formação de filas, especialmente nas etapas iniciais do processo.

## 5.2 Resultados gerais

A Tabela 1 apresenta os principais resultados obtidos na simulação para cada cenário analisado.

Tabela 1 – Resultados

Cenário	Fila Externa (min)	Fila Interna (min)	Fila Saída (min)	Máx Ca-minhões Fila	Utilização Envase (%)	Furos Carregamento	TMA (min)
0%	9,7	4,18	1,52	9	99,56	3	148,37
10%	24,3	5,84	1,75	12	98,9	42	186,44
25%	62,88	9,2	1,6	13	97,77	241	271,91
40%	98,35	11,87	1,71	14	96,82	497	344,87

Fonte: Produzida pelo autor

Os resultados da simulação demonstram que o sistema apresenta bom desempenho no cenário sem absenteísmo, operando com baixos tempos de espera, alta utilização dos recursos e reduzido número de falhas no atendimento. No entanto, à medida que o nível de absenteísmo aumenta, observa-se uma degradação progressiva no desempenho global do sistema.

Esse comportamento demonstra a forte dependência do processo em relação aos operadores, uma vez que a indisponibilidade desses recursos impacta diretamente a capacidade operacional. Além disso, a política de priorização do envase contribui para a redução da capacidade das docas, intensificando os efeitos negativos do absenteísmo. Investigando o cenário, verifica-se aumento das filas, crescimento do tempo médio de atendimento (TMA) e elevação significativa do número de furos de carregamento, caracterizando perda de eficiência e estabilidade do sistema.

### 5.3 Análise das filas

A análise das filas apresenta aspectos importantes do sistema, destacando que os problemas observados não são apenas consequência do absenteísmo, mas também de limitações de projeto e da própria lógica operacional da empresa. A **fila externa** se destaca como o principal ponto de mudança do sistema. O crescimento do tempo de espera nessa fila indica que o sistema opera próximo ou acima de sua capacidade em cenários mais críticos. No entanto, mais do que um simples aumento de demanda não atendida, esse comportamento evidencia um desbalanceamento entre a taxa de chegada das carretas e a capacidade efetiva de processamento nas docas.

Esse desequilíbrio é agravado pela política de priorização do envase, que reduz a disponibilidade de operadores para o carregamento justamente quando o sistema mais necessita de capacidade. Ou seja, o modelo não apenas sofre com a redução de recursos, mas também direciona esses recursos de forma a intensificar o gargalo existente. Isso caracteriza uma decisão que, mesmo garantindo a continuidade da produção, compromete

significativamente o desempenho logístico.

Diferentemente de sistemas onde filas longas representam apenas atraso, neste caso elas também representam recusa de demanda. Assim, o crescimento da fila externa pode ser interpretado não apenas como ineficiência, mas como incapacidade estrutural de atendimento.

A **fila interna** apresenta um papel mais sutil, porém igualmente crítico. Sua limitação de capacidade, aparentemente simples, introduz um efeito de bloqueio que reduz a eficiência das docas. Quando a fila interna está cheia, as carretas em processo não conseguem avançar no ciclo operacional, permanecendo nas docas por mais tempo do que o necessário. O que reduz a taxa de utilização das docas, criando um tipo de ociosidade forçada. No caso analisado, a fila interna não apenas limita o fluxo, mas também contribui para a propagação de congestionamento para a fila externa, funcionando como um amplificador indireto do gargalo principal.

A lógica de carregamento em múltiplos ciclos é um ponto crítico. Essa técnica aumenta significativamente a dependência da fila interna, pois cada carreta precisa acessar repetidamente esse recurso até completar seu carregamento. Dessa forma, qualquer instabilidade ou atraso nessa etapa é multiplicado ao longo do processo, elevando de forma não linear o tempo total de permanência no sistema. Isso sugere que o modelo possui uma sensibilidade elevada a pequenas variações operacionais.

Em contraste, a estabilidade observada na **fila de saída** reforça a conclusão de que o sistema não é homogêneo em termos de capacidade. Enquanto as etapas iniciais operam sob forte restrição e instabilidade, a etapa final apresenta folga operacional. Esse desbalanceamento indica uma alocação ineficiente de recursos ao longo do processo, onde capacidade disponível não está posicionada onde é mais necessária.

A análise das filas evidencia que o sistema apresenta características típicas de um sistema mal balanceado, no qual restrições locais geram impactos globais desproporcionais. O crescimento das filas não ocorre de maneira linear, mas sim como resultado de interações entre limitação de capacidade, políticas operacionais e variabilidade do processo. Portanto, mais do que um efeito isolado do absenteísmo, o comportamento observado nas filas revela fragilidades estruturais do sistema. Intervenções mais profundas, envolvendo revisão da lógica operacional, redistribuição de recursos e aumento da capacidade em pontos críticos, são necessárias para garantir um desempenho mais estável e robusto.

## 5.4 Análise dos furos de carregamento

O número de furos de carregamento apresenta crescimento acentuado com o aumento do absenteísmo, evidenciando uma deterioração significativa na capacidade de atendimento

do sistema. Esse indicador representa as carretas que permanecem na fila externa por mais de seis horas e, conseqüentemente, deixam o sistema sem serem carregadas.

Nos cenários mais críticos, observa-se um aumento expressivo desse número, o que indica que o sistema não consegue absorver a demanda dentro do tempo limite estabelecido. Esse comportamento está diretamente relacionado ao aumento das filas externas e à redução da capacidade operacional das docas. Os furos de carregamento representam um impacto relevante, pois indicam perda direta de produtividade, além de possíveis prejuízos logísticos e financeiros para a operação.

## 5.5 Utilização do envase

A utilização do processo de envase apresentou uma leve redução com o aumento do absenteísmo, passando de 99,56% para 96,82%. Apesar dessa queda, o sistema de produção manteve níveis elevados de utilização em todos os cenários.

Esse comportamento pode ser explicado pela prioridade dada ao abastecimento e envase da linha de produção. Mesmo com a ausência de operadores, há realocação de operadores para garantir o funcionamento da linha, o que reduz o impacto sobre o envase. Além disso, a presença da fila pulmão contribui para manter o fluxo de insumos, evitando paradas frequentes na produção.

## 5.6 Análise da produtividade

A produtividade do sistema, representada pelo total de carretas processadas, apresentou queda com o aumento do absenteísmo. No cenário sem ausência, foram processadas 6.977 carretas, enquanto no cenário com 40% esse número caiu para 6.475, uma redução de 7.20%.

Como o número de carretas geradas se manteve constante em todos os cenários, essa redução indica perda de capacidade operacional. Isso ocorre devido à menor disponibilidade de operadores, que impacta diretamente as atividades de carregamento.

## 5.7 Entidades em fila ao final da simulação

O número de carretas que permaneceram no sistema aumentou com o absenteísmo, passando de 1 unidade no cenário sem faltas para 9 unidades no cenário com 40% de operadores ausentes. Isso mostra que o sistema não consegue atender toda a demanda, gerando acúmulo progressivo.

Esse comportamento ocorre porque a chegada de carretas continua, mas a capacidade de atendimento diminui com menos operadores. Como resultado, algumas carretas

ficam mais tempo na fila externa ou interna, atrasando o fluxo do sistema. O acúmulo de carretas também pode impactar o espaço do pátio e atrasar o carregamento de novas unidades.

## 5.8 TMA (Tempo médio de atendimento)

O tempo médio de atendimento representa a duração consolidada de todo o processo, sendo composto pela soma dos tempos médios associados às filas e às atividades presentes no ciclo operacional das carretas. Observa-se o crescimento significativo do TMA com o aumento do absenteísmo, refletindo diretamente a piora no nível de serviço oferecido pelo sistema. Esse indicador considera tanto os tempos de processamento quanto os tempos de espera nas filas.

O aumento do TMA está fortemente associado ao crescimento da fila externa, que se torna o principal fator de atraso no sistema. Além disso, a redução da capacidade de carregamento contribui para o aumento do tempo total de permanência das carretas no sistema. Esse comportamento indica que o sistema se torna progressivamente mais lento e menos eficiente, impactando diretamente a operação.

## 5.9 Identificação de gargalos

A análise dos resultados indica que o principal gargalo do sistema está nas docas de carregamento. Como essa atividade depende diretamente dos operadores, a redução da força de trabalho impacta a capacidade de processamento. Da mesma maneira que a priorização do abastecimento e envase da linha de produção contribui para esse cenário, pois reduz ainda mais a disponibilidade de operadores para o carregamento. Como consequência, ocorre aumento da fila externa e crescimento dos furos de carregamento, caracterizando uma perda de eficiência do sistema logístico.

## 5.10 Propostas de melhoria

Com base nos resultados obtidos, algumas estratégias podem ser consideradas para reduzir os impactos do absenteísmo:

- Disponibilização de operadores reserva para cobrir faltas;
- Revisão da alocação de operadores entre as atividades;
- Aumento da capacidade da fila interna;
- Avaliação de automação parcial das operações de carregamento.

Essas ações podem contribuir para aumentar a capacidade do sistema e reduzir a formação de filas.

## 6 Considerações finais

O presente estudo avaliou o impacto do absenteísmo de operadores de empilhadeiras nas operações de carregamento de carretas e abastecimento das linhas de produção de uma cervejaria, utilizando simulação computacional no software JaamSim. A análise considerou diferentes níveis de absenteísmo: 0%, 10%, 25% e 40%, permitindo observar como a falta de operadores afeta o desempenho logístico.

Os resultados mostraram que o absenteísmo influencia diretamente o tempo de espera das carretas e a eficiência das operações. A fila externa, que representa o pátio de espera, foi a mais impactada, aumentando de 9,7 minutos no cenário sem faltas para 98,35 minutos quando 40% dos operadores estavam ausentes. As filas internas e de saída tiveram crescimento menor, indicando que os principais gargalos do sistema estão no carregamento inicial e na disponibilidade de operadores.

O número de “furos de carregamento” também aumentou significativamente com o absenteísmo, passando de 3 para 497 carretas liberadas após longa espera. Além disso, o total de unidades processadas diminuiu à medida que mais operadores faltavam, enquanto a produção gerada se manteve constante, revelando acúmulo no sistema e possível atraso na entrega. Apesar disso, a linha de envase manteve alta utilização, acima de 96%, mesmo nos cenários de maior absenteísmo, mostrando que a operação continua relativamente eficiente.

A simulação demonstrou a importância da alocação adequada de operadores e da possibilidade de substituição de recursos críticos. A adoção de estratégias de redução, como reposição de operadores prioritários nas docas e ajustes nos turnos, pode reduzir os impactos do absenteísmo e melhorar o fluxo logístico.

Seria interessante que estudos futuros considerassem as pausas do trabalho como horário de almoço, trocas de turno e idas ao banheiro e também manutenções preventivas e corretivas. Simulações que também considerem um modelo logístico distinto com o objetivo de diminuir as filas externas e os “furos de carregamentos”.

Em síntese, o estudo permitiu compreender de forma prática como o absenteísmo afeta cada etapa do processo de carregamento e abastecimento, oferecendo informações valiosas para a gestão da operação. Ressalta-se que os dados utilizados são de observação do autor e não oficiais da empresa, sendo os resultados indicativos do comportamento do sistema modelado, mas não necessariamente representativos de todas as situações reais.

# Referências

- ALBRECHT, T. *et al.* Leveraging Digital Technologies in Logistics 4.0: Insights on Affordances from Intralogistics Processes. *Information Systems Frontiers*, v. 26, n. 2, p. 755–774, 2024. DOI: [10.1007/s10796-023-10394-6](https://doi.org/10.1007/s10796-023-10394-6). Citado 1 vez na página 15.
- ÂNGELO, Lívia B. *Indicadores de desempenho logístico*. Santa Catarina: UFSC, 2005. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18.
- ANJOS, A. G. C. *Absenteísmo na Organizações: O Caso da Saúde Excelsior Ltda*. Recife: Fundação de Ensino Superior de Olinda – FUNESO, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 16, 17.
- AUGUSTO, Alexandre. *O Foco é a Logística*. 2005. Texto publicado no site Gestão Empresarial, acesso em março de 2005. Citado 1 vez na página 18.
- BALLOU, Ronald H. *Business Logistics Management*. New Jersey: Prentice Hall, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 17, 19.
- BARBETA, Pedro A. *Estatística Aplicada a Ciências Sociais*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. Citado 1 vez na página 18.
- BATARLIËNË, N.; JARAŠŪNIENË, A. Improving the Quality of Warehousing Processes in the Context of the Logistics Sector. *Sustainability*, v. 16, n. 5, p. 2595, 2024. DOI: [10.3390/su16062595](https://doi.org/10.3390/su16062595). Citado 1 vez na página 14.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2003. Citado 1 vez na página 21.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Gestão de Pessoas: O Novo Papel dos Recursos Humanos nas Organizações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999. Citado 1 vez na página 17.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Recursos Humanos: O Capital Humano das Organizações*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2004. Citado 1 vez na página 16.
- COELHO, F.; RELVAS, S.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. Simulation-Based Decision Support Tool for In-House Logistics: The Basis for a Digital Twin. *Computers & Industrial Engineering*, v. 153, 2021. DOI: [10.1016/j.cie.2020.107094](https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107094). Citado 4 vezes nas páginas 11, 20, 25, 26.
- CONCEIÇÃO, Samuel V.; QUINTÃO, Ronan T. *Avaliação de Desempenho Logístico da Cadeia Brasileira de Suprimentos de Refrigerantes*. Belo Horizonte, 2004. Citado 1 vez na página 18.

CORDEIRO, Elionaldo Guedes. Logística Empresarial: A Importância da Logística no Contexto da Gestão Empresarial. *Humanas em Perspectiva*, Brasil, v. 11, p. xx–xx, 2024. Citado 1 vez na página 15.

COSMA, Antonio; AL., et. Design of KPIs for evaluating the environmental impact of warehouse operations: a case study. *Procedia Computer Science*, v. 232, p. 2701–2708, 2024. Citado 1 vez na página 19.

FERNANDES, Caroline de Oliveira *et al.* Estudo sobre a intralogística da Carmelo Fior. Limeira, SP, Brasil, 2023. p. 54. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/14836>. Citado 1 vez na página 15.

FOTTNER, J. *et al.* Autonomous systems in intralogistics-state of the art and future research challenges. *Logistics Research*, v. 14, n. 1, 2021. DOI: [10.23773/2021\\_2](https://doi.org/10.23773/2021_2). Citado 1 vez na página 15.

GARCIA, E. S.; SILVA, C. F.; SALIBY, E. A Simulation Model to Validate and Evaluate the Adequacy of an Analytical Expression for Proper Safety Stock Sizing. *In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference*. 2002. p. 1282–1288. Citado 1 vez na página 21.

GOLDBERG, K. What Is Automation? *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, v. 9, n. 1, p. 1–2, 2012. DOI: [10.1109/TASE.2011.2178910](https://doi.org/10.1109/TASE.2011.2178910). Citado 1 vez na página 16.

GOMES, J. A. C.; AL., et. Aplicação de ferramenta computacional na otimização e mitigação de custos na roteirização da logística de transporte de cargas. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 7703–7716, jul. 2019. Citado 3 vezes nas páginas 21, 22.

GONZÁLES GONZÁLES, Patrícia. A logística: custo total, processo decisório e tendência futura. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 13, n. 29, 2002. DOI: [10.1590/S1519-70772002000200002](https://doi.org/10.1590/S1519-70772002000200002). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-70772002000200002>. Citado 1 vez na página 14.

HIJJAR, Maria F. *Diagnóstico Externo do Desempenho Logístico: Utilizando Pesquisas de Serviço ao Cliente para Identificação de Oportunidades de Melhorias*. 2005. Artigo publicado no site do CEL COPPEAD/UFRJ, acesso em março de 2005. Citado 1 vez na página 18.

IVANOV, S.; KUYUMDZHIEV, M.; WEBSTER, C. Automation fears: Drivers and solutions. *Technology in Society*, v. 63, p. 101431, 2020. DOI: [10.1016/j.techsoc.2020.101431](https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101431). Citado 1 vez na página 16.

JAIN, S. Supply Chain Management Tradeoffs Analysis. *In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference*. 2004. p. 1358–1364. Citado 1 vez na página 20.

JÚNIOR, R. R. Ferreira. *Estresse e Absenteísmo no Ambiente Hospitalar*. Montes Claros: Unimontes, 2012. Citado 2 vezes na página 17.

LANG, Sebastian *et al.* Software de simulação discreta de código aberto para aplicações em produção e logística: Uma alternativa às ferramentas comerciais? *Procedia Computer Science*, v. 180, p. 978–987, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.349>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 23.

LINN, R. J.; CHEN, C. S.; LOZAN, J. A. Development of Distributed Simulation Model for the Transporter Entity in a Supply Chain Process. *In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference*. 2002. p. 1319–1326. Citado 1 vez na página 21.

LUI, J. N. M.; BOSTWICK ANDRES, E.; JOHNSTON, J. M. Presenteeism Exposures and Outcomes Amongst Hospital Doctors and Nurses: A Systematic Review. *BMC Health Services Research*, v. 18, p. 985, 2018. DOI: [10.1186/s12913-018-3789-z](https://doi.org/10.1186/s12913-018-3789-z). Citado 1 vez na página 11.

MACRO, J. G.; SALMI, R. E. A Simulation Tool to Determine Warehouse Efficiencies and Storage Allocations. *In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference*. 2002. p. 1274–1281. Citado 1 vez na página 20.

MARRAS, José P. *Administração de Recursos Humanos: Do Operacional ao Estratégico*. São Paulo: Futura, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 16, 17.

OLIVEIRA, Marcos Alberto. *Logística Empresarial*. São Paulo, SP, Brasil: Editora Senac São Paulo, 2023. Citado 1 vez na página 14.

PENATTI, I.; ZAGO, J. S.; QUELHAS, O. Absenteísmo: As Consequências na Gestão de Pessoas. *III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, Out. 2006. Disponível em: [http://www.aedb.br/seget/artigos06/898\\_Seget\\_Izidro%20Penatti.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos06/898_Seget_Izidro%20Penatti.pdf). Citado 2 vezes nas páginas 16, 17.

PEREIRA, José S. G. A. *et al.* Simulação de eventos discretos na intralogística automotiva: identificação de gargalos e otimização da linha de montagem de chassis. *Revista Produção Online*, Brasil, v. 24, n. 4, p. 4987, 2024. DOI: [10.14488/1676-1901.v24i4.4987](https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i4.4987). Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i4.4987>. Citado 1 vez na página 16.

PFOHL, H.-C. *Logistiksysteme*. Springer Berlin Heidelberg, 2018. DOI: [10.1007/978-3-662-56228-4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56228-4). Citado 1 vez na página 15.

ROSA, Adriano Carlos. *Gestão do Transporte na Logística de Distribuição Física: Uma Análise da Minimização do Custo Operacional*. 2007. Diss. (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Taubaté. Dissertação (Mestrado em Gestão em Desenvolvimento Regional). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242538259>. Citado 1 vez na página 14.

ROSA, Rodrigo De Alvarenga. *Gestão de Operações e Logística I*. Brasil: Editora XYZ, 2011. Citado 1 vez na página 14.

RUANE, Patrick; WALSH, Patrick; COSGROVE, John. Development of a digital model and metamodel to improve the performance of an automated manufacturing line. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 65, p. 538–549, 2022. DOI: [10.1016/j.jmsy.2022.10.011](https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.10.011). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.10.011>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 23.

SCHIFFER, M.; WIENDAHL, H.-H.; SARETZ, B. Self-assessment of Industry 4.0 Technologies in Intralogistics for SME's. In: AMERI, F. et al. (ed.). *Advances in Production Management Systems. Towards Smart Production Management Systems*. Springer International Publishing, 2019. p. 339–346. Citado 1 vez na página 15.

SHARMA, K. L. S. *Overview of industrial process automation*. 2nd: Joe Hayton, 2017. Citado 1 vez na página 16.

SILVA, A. K. *Método para avaliação e seleção de softwares de simulação de eventos discretos aplicados à análise de sistemas logísticos*. 2006. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Citado 2 vezes nas páginas 21, 22.

SILVA, B. A. da; BEZERRA, G. R. S. Logística de Armazenamento e Distribuição: Uma Análise da Eficiência Operacional em uma Empresa Atacadista de Imperatriz-MA. *Revista Foco*, v. 18, n. 4, e8380, 2025. DOI: [10.54751/revistafoco.v18n4-165](https://doi.org/10.54751/revistafoco.v18n4-165). Citado 1 vez na página 15.

SILVA, D. M. P. P.; MARZIALE, M. H. P. Absenteísmo de Trabalhadores de Enfermagem em um Hospital Universitário. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 8, n. 5, p. 44–51, 2000. Citado 1 vez na página 17.

SOUZA, Gabriel de; AMADEU, João Ricardo. A Importância da Logística Empresarial e suas Tecnologias de Informação. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 12, p. 24993–25011, 2023. DOI: [10.55905/oelv21n12-084](https://doi.org/10.55905/oelv21n12-084). Citado 1 vez na página 14.

SOUZA DOS SANTOS, A.; FILHO, A. F. R.; ALVES MOREIRA, I. Absenteísmo no Nível Operacional em uma Empresa de Produtos Alimentícios. *Diversitas Journal*, v. 7, n. 4, 2022. DOI: [10.48017/dj.v7i4.2295](https://doi.org/10.48017/dj.v7i4.2295). Citado 1 vez na página 16.

STANDRIDGE, C. R.; HELTNE, D. R. An MSE-Based Simulation Capability for Strategic and Tactical Logistics. In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference. 2000. p. 1107–1113. Citado 2 vezes nas páginas 20, 21.

TAKAKUWA, S. et al. Simulation and Analysis of Non-Automated Distribution Warehouses. In: PROCEEDINGS of the Winter Simulation Conference. 2000. p. 1177–1184. Citado 1 vez na página 20.

TREINAMENTO EM LOGÍSTICA LTDA., TIPERLOG Consultoria e. *Indicadores de Desempenho Logístico*. 2005. São Paulo: Tiperlog. Citado 3 vezes nas páginas 17–19.

TRUJILLO FERRARI, Alonso. *Metodologia da pesquisa científica*. McGraw-Hill do Brasil, 1982. Citado 1 vez na página 26.

WINKLER, H.; ZINSMEISTER, L. Trends in digitalization of intralogistics and the critical success factors of its implementation. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 3, p. 537–549, 2019. DOI: [10.14488/BJOPM.2019.v16.n3.a15](https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n3.a15). Citado 1 vez na página 15.

YEW WONG, C.; KARIA, N. Explaining the Competitive Advantage of Logistics Service Providers: A Resource-Based View Approach. *International Journal of Production Economics*, p. 51–67, 2010. DOI: [10.1016/j.ijpe.2009.08.026](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.08.026). Citado 2 vezes nas páginas 11, 25.