

APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO DIAGNÓSTICO DO FLUXO DE TRANSFERÊNCIA ENTRE A UNIDADE FABRIL E O CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE RESINAS

NYCOLE KEISE SANTOS CHAGAS (FATEC- Guarulhos)
nycole.chagas@fatec.sp.gov.br

VANESSA RIBEIRO ARAÚJO ANDRADE (FATEC- Guarulhos)
vanessa.andrade3@fatec.sp.gov.br

VINICIUS OLIVEIRA FERREIRA DE SOUZA (FATEC- Guarulhos)
vinicius.souza133@fatec.sp.gov.br

Orientador
PROF. ME. DENISE BENINO DOURADO ANCELI (FATEC-Guarulhos)
denise.anceli@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Diante da crescente complexidade das operações logísticas, as empresas têm buscado constantemente aprimorar seus processos a fim de garantir eficiência, conformidade regulatória e a satisfação dos clientes. Este estudo analisa o fluxo de transferência de produtos entre a unidade fabril e o centro de distribuição de um dos maiores grupos do setor químico da América Latina. Em 2025, a centralização da produção na cidade de Guarulhos (SP) e a transferência do estoque para outro município resultaram em dificuldades operacionais e atrasos nas entregas. Para diagnosticar esses problemas, aplicou-se a simulação computacional por meio do *software* Arena, possibilitando a análise de gargalos, retrabalhos, ociosidade, tempos de atendimento e formação de filas. Com base em dados reais coletados da operação, foi possível modelar o cenário atual e propor alternativas de melhoria. Os resultados evidenciam que a simulação é uma ferramenta eficaz para a identificação de falhas e a otimização de processos logísticos, apoiando a tomada de decisões estratégicas e contribuindo significativamente para o desempenho do setor de expedição.

PALAVRAS-CHAVE: Arena; expedição; simulação; transferência.

ABSTRACT

Given the growing complexity of logistics operations, companies have been constantly seeking to improve their processes in order to ensure efficiency, regulatory compliance, and customer satisfaction. This study analyzes the flow of product transfer between the manufacturing unit and the distribution center of one of the largest chemical groups in Latin America. In 2025, the centralization of production in the city of Guarulhos (SP) and the transfer of inventory to another city resulted in operational difficulties and delays in deliveries. To diagnose these problems, computer simulation was applied using Arena software, enabling the analysis of bottlenecks, rework, idleness, service times, and queue formation. Based on real data collected from the operation, it was possible to model the current scenario and propose improvement alternatives. The results show that simulation is an effective tool for identifying failures and optimizing logistics processes, supporting strategic decision-making and contributing significantly to the performance of the expedition sector.

KEYWORDS: Arena; expedition; simulation; transfer

1 INTRODUÇÃO

Diante do aumento da complexidade nas cadeias logísticas, empresas de diversos setores têm buscado soluções que permitam maior controle, eficiência e integração operacional. No setor químico, essa necessidade é ainda mais acentuada, uma vez que as

exigências regulatórias, os riscos associados ao transporte de materiais perigosos e a demanda por rastreabilidade tornam a logística um dos principais desafios estratégicos. Mudanças estruturais, como a centralização da produção ou a realocação de estoques, podem impactar significativamente o desempenho operacional, exigindo uma avaliação cuidadosa das consequências sobre os processos internos.

Nesse contexto, o estudo analisa o impacto da transferência de estoques entre unidades localizadas em diferentes municípios do estado de São Paulo — Guarulhos e Arujá — após a centralização produtiva de uma grande empresa do setor químico latino-americano. A reorganização da malha logística gerou dificuldades no cumprimento das metas operacionais dentro da jornada padrão de trabalho, resultando em atrasos, gargalos e a necessidade recorrente de horas extras.

Para diagnosticar e propor alternativas de melhoria recorreu-se à simulação computacional com o uso do *software* Arena, ferramenta amplamente reconhecida por sua capacidade de representar sistemas complexos e testar cenários hipotéticos com base em dados reais. O estudo modela o fluxo administrativo de transferência de produtos, considerando as interações entre os setores de laboratório, expedição e faturamento. Com isso, busca-se avaliar o desempenho atual do processo, quantificar seus gargalos e simular cenários de reestruturação que possam aumentar a produtividade sem acréscimos de custo.

A relevância deste trabalho está na aplicação prática da simulação como instrumento de apoio à tomada de decisão em um ambiente altamente regulado e operacionalmente desafiador, oferecendo contribuições tanto para a empresa estudada quanto para o campo da logística aplicada à indústria química.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Simulação Logística

A simulação é uma ferramenta analítica amplamente utilizada para representar o comportamento dinâmico de sistemas complexos, permitindo a análise e avaliação de cenários hipotéticos antes da implementação de mudanças no ambiente real (Banks et al., 2010). No contexto logístico, a simulação tem se destacado por sua capacidade de prever o desempenho de processos, avaliar gargalos e propor melhorias operacionais com menor risco e custo em comparação com intervenções físicas (Pidd, 2004).

De acordo com Law (2015), simulação pode ser definida como “o processo de projetar um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender o comportamento do sistema ou avaliar estratégias para sua operação” (Law, 2015, p. 3). Isso significa que, por meio da construção de modelos computacionais que reproduzem o funcionamento de um sistema logístico, é possível identificar falhas, ociosidades, filas, desperdícios e outras ineficiências operacionais.

Além do exposto, cabe ressaltar que a literatura tem enfatizado a importância do uso da simulação na logística como suporte à tomada de decisão estratégica e operacional. Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2014), a logística moderna depende fortemente de tecnologias que permitam analisar e otimizar fluxos de materiais e informações, e a simulação computacional figura como uma das principais ferramentas nesse processo. Em ambientes onde há elevada variabilidade, como no transporte e distribuição de produtos químicos, a simulação permite antecipar possíveis interrupções, atrasos e conflitos de capacidade (Chwif; Medina, 2015).

Tendo isto em vista, o software Arena, desenvolvido pela empresa Rockwell Automation, é uma das plataformas mais utilizadas mundialmente para simulação de processos industriais e logísticos (Kelton; Sadowski; Zupick, 2014). Ele permite modelar visualmente os fluxos, inserir variáveis probabilísticas, definir tempos de serviço e alocar

recursos, proporcionando uma visão sistêmica e quantitativa do processo analisado. Segundo Chwif e Medina (2015), o Arena é uma ferramenta robusta que permite a validação de sistemas antes da implementação de mudanças, fornecendo dados confiáveis para o processo decisório.

Tradicionalmente, tem sido argumentado que a logística carece de ferramentas analíticas mais acessíveis e que a simulação pode preencher essa lacuna, tornando-se um diferencial competitivo para empresas que lidam com processos complexos e sujeitos a restrições regulatórias, como ocorre no setor químico (Novaes, 2021). O uso da simulação também está alinhado com os princípios da melhoria contínua, pois permite avaliar iterativamente os resultados de cada mudança, conforme destaca Slack et al. (2010).

2.2 Centros de Distribuição e Estoques

A gestão eficiente dos estoques e o posicionamento estratégico dos centros de distribuição (CDs) são elementos fundamentais para garantir a competitividade e a sustentabilidade das operações logísticas nas cadeias de suprimentos (Ballou, 2006). Um centro de distribuição pode ser definido como uma instalação responsável pelo recebimento, armazenamento, separação e expedição de mercadorias, operando como elo intermediário entre fornecedores, unidades produtivas e clientes finais (Bowersox; Closs; Cooper, 2014).

Brandalise (2017) destaca que o posicionamento geográfico dos centros de distribuição é uma decisão estratégica que impacta diretamente os custos com transporte, o tempo de ciclo dos pedidos e o nível de atendimento ao cliente. A escolha do local ideal deve considerar fatores como proximidade dos mercados consumidores, infraestrutura viária, disponibilidade de mão de obra e conectividade com outros modais logísticos (Novaes, 2021).

Ainda, de acordo com Martins e Alt (2009), os CDs têm como principal função proporcionar o equilíbrio entre o nível de serviço ao cliente e os custos logísticos, por meio da consolidação de cargas, aumento da disponibilidade de produtos e redução dos prazos de entrega. Essa função é particularmente relevante em setores que demandam agilidade, rastreabilidade e segurança, como a indústria química, onde as operações logísticas devem atender a regulamentações rigorosas. passou por atualização recente

Tradicionalmente, tem sido argumentado que os CDs representam um ponto de custo elevado dentro da cadeia logística. No entanto, estudos mais recentes, como o de Souza et al. (2021), evidenciam que quando bem planejados e tecnologicamente estruturados, os centros de distribuição podem atuar como geradores de valor, contribuindo para a diferenciação no atendimento ao cliente e o fortalecimento da posição competitiva da empresa.

2.3 Expedição e Mapeamento de Processos

A etapa de expedição desempenha papel essencial dentro da logística, sendo responsável pela separação, conferência, embalagem e despacho de produtos ao cliente final. Para Christopher (2013), a expedição deve garantir que os produtos certos sejam entregues no local correto, no tempo adequado e com o menor custo possível. É nesse momento que se concretiza o atendimento ao cliente, razão pela qual a eficiência da expedição está diretamente associada à percepção de qualidade do serviço prestado.

Segundo Ballou (2006), o processo de expedição requer integração com os setores de vendas, armazenagem e transporte, além da utilização de sistemas que possibilitem o controle preciso das ordens de saída. A rastreabilidade e o tempo de ciclo de atendimento tornam-se indicadores cruciais para o desempenho dessa função. Além da rastreabilidade, salienta-se que: em setores como o químico, a observância das normas de segurança no carregamento e na documentação é indispensável (ANVISA, 2021).

Tendo constado-se a notoriedade e necessidade de um setor de expedição bem estruturado, nota-se a necessidade de um exímio mapeamento de processos: Pesquisas como a de Souza et al. (2021) demonstraram que empresas que implementam o mapeamento de processos como prática sistemática apresentam maiores níveis de produtividade, menor índice de retrabalho e maior alinhamento entre os setores.

2.4 A Logística no setor Químico Brasileiro

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM, 2023), o setor químico é responsável por movimentar grandes volumes de materiais classificados como perigosos, sendo o segundo maior usuário de transporte rodoviário especializado no país. A logística química, portanto, exige conformidade com normas técnicas, sanitárias e ambientais, como a Resolução ANTT nº 5.998/2022, que regulamenta o transporte terrestre de produtos perigosos no Brasil (ANTT, 2022). Já a capacitação obrigatória de motoristas para condução de produtos perigosos é regulamentada pelo curso MOPP (Movimentação Operacional de Produtos Perigosos), conforme o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2014).

3 DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA:

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, desenvolvido a partir da observação direta dos processos administrativos envolvidos nas transferências diárias de produtos entre a unidade fabril e o centro de distribuição de uma empresa do setor químico, localizados, respectivamente, nas cidades de Guarulhos e Arujá, no estado de São Paulo. O estudo de caso é um método de pesquisa que permite a análise aprofundada de um fenômeno em seu contexto real, sendo especialmente útil quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (Yin, 2015).

A delimitação da observação concentrou-se especificamente nos fluxos administrativos do processo de transferência, com foco nas interações entre os setores de expedição, faturamento e laboratório. Os dados que fundamentaram o modelo de simulação foram extraídos por meio da análise dos registros de comunicação interna entre os setores, especialmente por meio do histórico de mensagens trocadas via Microsoft Teams. Tais registros permitiram identificar os horários reais de início e término de cada etapa do processo, bem como padrões e ocorrências de retrabalho.

A modelagem foi realizada no *software* Arena, amplamente reconhecido por sua capacidade de representar eventos discretos em ambientes logísticos e industriais. Conforme Rossetti (2015), o Arena oferece recursos para a construção de modelos complexos e a experimentação de múltiplos cenários, com flexibilidade e fidelidade ao sistema real. No presente estudo, a entidade do modelo foi definida como os pedidos de transferência, enquanto os recursos representam os colaboradores envolvidos nas etapas administrativas do processo.

O modelo desenvolvido teve como objetivo representar o fluxo atual da operação de transferência e, com base nesse fluxo, foram simulados três cenários distintos: o primeiro cenário representou o processo operando dentro da jornada regular de 8,5 horas diárias; o segundo considerou a extensão da jornada de trabalho dos colaboradores para 11,1 horas diárias (acréscimo de 2 horas e 36 minutos por colaborador envolvido); e o terceiro incorporou uma proposta de melhoria com ajustes operacionais, visando à realização das transferências dentro da jornada regular de 8,5 horas.

A Tabela 1 apresenta as distribuições triangulares utilizadas para representar os tempos de execução de cada etapa, baseadas nos tempos mínimos, mais prováveis e máximos observados nos registros internos. As mesmas distribuições foram utilizadas nos três cenários simulados.

Tabela 1 – Distribuições triangulares para aplicação de simulação.

Etapa e Recurso	Distribuição triangular (em minutos)
Cadastro de Lote (colaborador laboratório)	TRIA(20, 30, 45)
Montagem de Pedido (colaborador expedição)	TRIA(5, 15, 30)
Confirmação de Pedido (colaborador expedição)	TRIA(5, 10, 25)
Faturamento (colaborador faturamento)	TRIA(15, 30, 45)
Solicitação de faturamento (colaborador expedição)	TRIA(5,15,30)
Liberação do Pedido (colaborador expedição)	TRIA(5, 20, 45)
Desbloqueio de Lote (colaborador laboratório)	TRIA(20, 35, 45)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Todas as simulações foram executadas com uma única replicação, representando um dia típico de operação. Os cenários foram construídos considerando que apenas 65% das transferências ocorrem sem necessidade de retrabalho, sendo que os erros reincidentes impactam diretamente o tempo de conclusão de cada etapa.

O custo mensal estimado com horas extras foi calculado com base em um salário de R\$ 2.200,00 por colaborador, considerando a jornada adicional diária de 2 horas e 36 minutos em dias úteis. Com base em uma jornada mensal padrão de 220 horas, a carga extra corresponde a aproximadamente 57,2 horas mensais, resultando em um acréscimo proporcional de R\$ 571,00 por colaborador. A simulação considerou três colaboradores administrativos diretamente impactados pelo processo, totalizando um custo adicional estimado em R\$ 1.713,00 mensais.

A estrutura do modelo, as entidades, os recursos e os parâmetros de entrada foram definidos com base nas informações obtidas por meio da observação do processo e da análise dos registros internos, o que possibilitou a reprodução fiel da operação para fins de análise e comparação entre os diferentes cenários simulados.

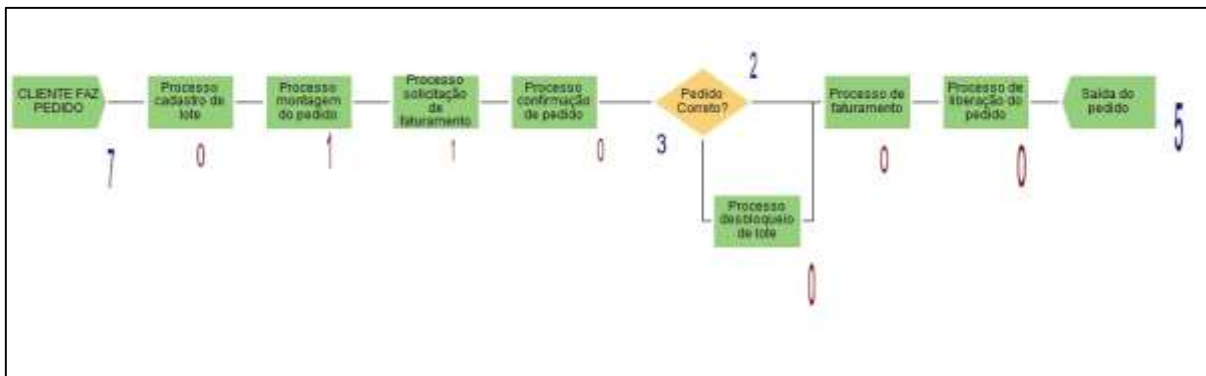
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo modelado compreende desde o recebimento da solicitação do cliente até a liberação do pedido para expedição, incluindo as etapas de cadastro de lote, montagem do pedido, solicitação e confirmação de faturamento, além da liberação e do desbloqueio do lote. O modelo foi desenvolvido por meio da utilização dos blocos *Create*, *Process*, *Decide* e *Dispose*, incorporando os recursos humanos pertencentes a três setores distintos: laboratório, expedição e faturamento.

Conforme apresentado na Figura 1, a simulação do processo de transferência no cenário atual, com jornada de 8,5 horas, demonstrou que apenas cinco dos sete pedidos que ingressaram no sistema foram concluídos dentro desse período. Os demais ficaram retidos nas seguintes etapas: um pedido permaneceu em fila na fase de montagem do pedido, indicando a existência de um gargalo nesse recurso; outro ficou retido na etapa de solicitação de número de faturamento, evidenciando uma dependência excessiva entre setores. Além disso, por meio da aba *AcrossReplicationSummary* do relatório gerado pelo simulador, verificou-se que o tempo médio de permanência de uma entidade no sistema foi de aproximadamente 3 horas e 48 minutos. O recurso relacionado ao setor de expedição apresentou um nível de ocupação de 74,97%, sendo o mais sobrecarregado do processo, o que se justifica pelo acúmulo de atividades consecutivas sob sua responsabilidade, como montagem, solicitação, confirmação e liberação do pedido. Por sua vez, o setor de faturamento apresentou um nível de ocupação de 31,96%.

Esses resultados indicam que, no fluxo atual, não é possível concluir todas as transferências dentro do expediente padrão, o que acarreta atrasos, aumento de tempo de permanência no sistema e a ocorrência de retrabalhos.

Figura 1 – Modelagem do processo atual sem horas extras

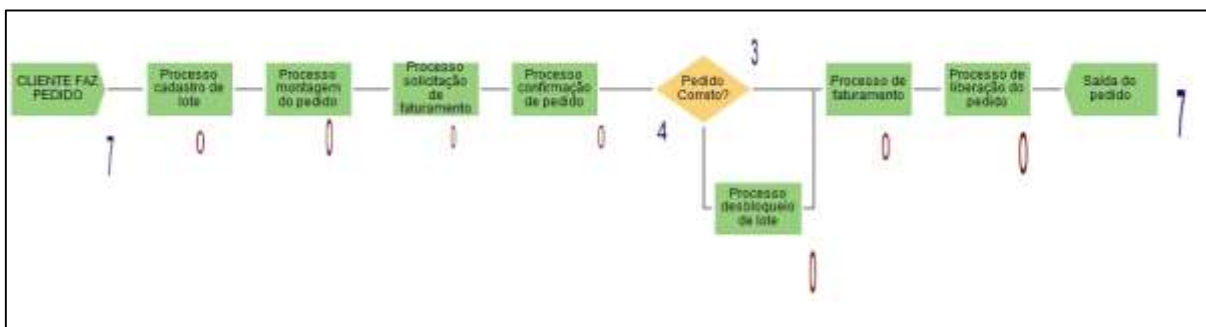


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para investigar a prática atual adotada pela empresa, na qual os colaboradores estendem sua jornada para concluir as transferências, foi simulado um segundo cenário com ampliação da jornada de trabalho para 11,1 horas diárias, conforme demonstrado na Figura 2. Nesse cenário, os sete pedidos que ingressaram no sistema foram totalmente processados e liberados, o que confirma a dependência da operação em horas extras para atingir sua meta diária, mesmo que esse desempenho tenha custo elevado. Além disso, os dados da simulação ainda demonstram um alto grau de ocupação dos recursos, com destaque para o colaborador do setor de expedição, indicando risco de sobrecarga e aumento da probabilidade de erros humanos decorrentes de exaustão.

O tempo médio de permanência das entidades no sistema, nesse segundo cenário, foi de 3 horas e 39 minutos, representando uma melhora em relação ao cenário anterior. Contudo, essa melhora está atrelada ao aumento de custos com recursos humanos, decorrente da ampliação da jornada de trabalho.

Figura 2 – Modelagem do processo atual com horas extras



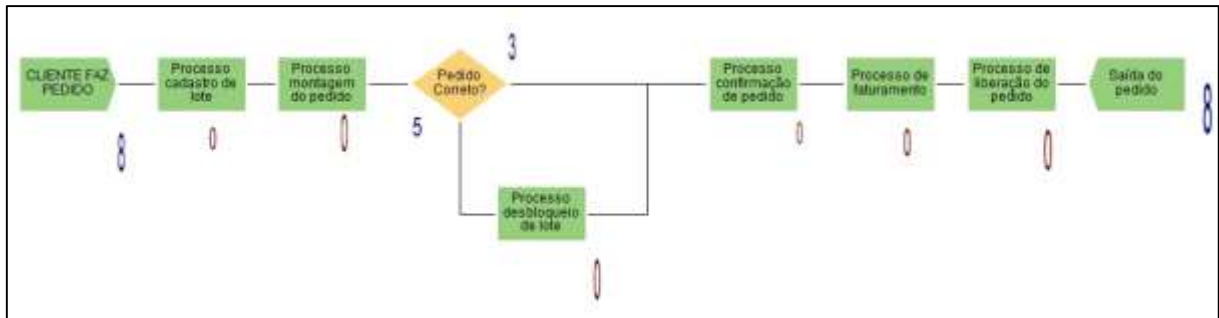
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir da análise qualitativa e dos registros internos, identificou-se que um dos principais entraves à eficiência do fluxo era a solicitação manual do número de pedido ao setor de faturamento, realizada pela expedição após a montagem do pedido. Na proposta de melhoria, apresentada na Figura 3, essa dependência foi eliminada: assim que o cliente realiza um pedido, as informações são compartilhadas simultaneamente com os setores de

laboratório, expedição e faturamento por meio do sistema, o que possibilita o processamento paralelo das tarefas.

Essa reestruturação lógica do fluxo foi implementada na terceira simulação, sem qualquer alteração nos tempos de execução das atividades, mantendo-se, portanto, as distribuições triangulares previamente definidas. O resultado obtido foi expressivo: os oito pedidos inseridos no sistema foram completamente processados e concluídos dentro da jornada regular de 8,5 horas, sem a necessidade de horas extras.

Figura 3 – Modelagem com sugestão de melhoria



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Assim, o tempo médio de permanência das entidades no sistema foi reduzido para 2 horas e 50 minutos. Em relação aos níveis de ocupação dos recursos, observou-se um percentual equilibrado, com praticamente inexistência de retrabalho ou ociosidade: expedição com 88% de ocupação, laboratório com 63% e faturamento com 43%, evidenciando maior eficiência e menor risco de formação de gargalos. O fluxo operacional tornou-se mais fluido, com redução das filas intermediárias e eliminação do retrabalho observado nas simulações anteriores.

A análise comparativa dos três cenários simulados evidenciou os impactos operacionais da jornada de trabalho e da reorganização lógica do fluxo sobre o desempenho do processo de transferência. No cenário inicial, limitado à jornada regular de 8,5 horas, não foi possível concluir todos os pedidos, demonstrando ineficiência do modelo atual. A ampliação da jornada para 11,1 horas permitiu a conclusão integral dos pedidos, porém à custa de maior carga de trabalho e aumento de custos com horas extras, além do risco de sobrecarga dos colaboradores. Já o terceiro cenário, com a reestruturação do fluxo e paralelização das atividades, possibilitou a conclusão de todos os pedidos dentro da jornada padrão, com melhor distribuição de carga entre os setores e eliminação do retrabalho. Os resultados obtidos reforçam a importância de intervenções baseadas em modelagem e simulação para otimização de processos administrativos, permitindo ganhos de eficiência sem a necessidade de ampliação da jornada de trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta investigação, o objetivo principal constitui em analisar o fluxo de transferência de produtos entre a unidade fabril e o centro de distribuição de uma empresa do setor químico, com o propósito de identificar gargalos e ineficiências que comprometem o cumprimento das metas diárias dentro da jornada regular de trabalho. A simulação computacional, por meio do *software* Arena, demonstrou-se uma ferramenta eficaz para representar o processo real, testar cenários e avaliar o impacto de diferentes configurações operacionais sobre a produtividade.

Verificou-se que a dependência entre os setores e a execução sequencial das tarefas contribuía significativamente para os atrasos e para a necessidade de realização de horas

extras. A proposta de melhoria, fundamentada na reestruturação do fluxo informacional e na eliminação de etapas manuais desnecessárias, confirmou a hipótese de que mudanças simples na lógica do processo podem gerar ganhos substanciais de eficiência, sem demandar investimentos elevados

Os resultados obtidos indicam que é possível concluir todas as transferências dentro da jornada padrão, desde que o processo seja organizado de forma mais integrada e paralela. De forma geral, esses achados sugerem que a adoção de tecnologias de simulação pode apoiar significativamente a tomada de decisões no ambiente logístico, especialmente em setores caracterizados por elevada complexidade e exigência regulatória, como o setor químico.

Esta pesquisa apresenta aplicações práticas relevantes. Em primeiro lugar, fornece uma base concreta para reestruturações no fluxo de trabalho da empresa analisada, com potencial de redução de custos e aumento do desempenho operacional. Além disso, reforça a importância da comunicação integrada entre setores como fator crítico de sucesso nas operações logísticas.

Ressalta-se que o escopo deste estudo foi limitado à análise de um único fluxo administrativo em uma empresa específica. Para pesquisas futuras, recomenda-se expandir a modelagem para incluir também os processos físicos de transferência, de modo a fornecer uma visão ainda mais abrangente e precisa da operação como um todo.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Relatório de atividades 2023**. São Paulo: ABIQUIM, 2023.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de boas práticas no transporte de produtos perigosos**. Brasília: ANVISA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/educacaoepesquisa/webinar/medicamentos/arquivos/apresentacao-boas-praticas-de-distribuicao-armazenagem-e-transporte-de-medicamentos.pdf/view>. Acesso em 10 abr.2025

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5.998, de 3 de novembro de 2022**. Dispõe sobre o transporte terrestre de produtos perigosos. Brasília: ANTT, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antt>. Acesso em: 10 abr.2025.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANKS, J. et al. **Discrete-event system simulation**. 5th ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2010.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimento**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

BRANDALISE, L. T. **Logística integrada: gestão da cadeia de suprimentos**. InterSaberes, 2017.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 168/2004**. Regulamenta cursos especializados, como o MOPP. Brasília: CONTRAN, 2014.

Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/contudo-contran/resolucoes/cons168.pdf>. Acesso em 10 abr. 2025.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; ZUPICK, N. B. **Simulation with Arena**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

LAW, A. M. **Simulation modeling and analysis**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2015.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais, gestão da cadeia de suprimentos: Logística integrada** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

PIDD, M. **Computer simulation in management Science**. 5th ed. Chichester: Wiley, 2004.

ROSSETTI, M. D. **Simulation modeling and Arena**. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2015.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SOUZA, R. et al. **Mapeamento de processos logísticos: uma abordagem aplicada à indústria química**. Revista Brasileira de Logística, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45–59, 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

"Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e adequação às normas ABNT são de inteira responsabilidade dos autores."

«Declaração de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de redação»

“Declara-se pelos autores que durante a preparação deste trabalho foi(foram) utilizado(s) ChatGPT para revisão ortográfica e consulta de conformidade com as normas ABNT. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.”