doi.org/10.51891/rease.v12i11.32002

GESTÃO DE ESTOQUES E ARMAZENAGEM DE COMPONENTES IMPORTADOS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS: IMPACTOS DO LEAD TIME INTERNACIONAL NOS CUSTOS DE RUPTURA

INVENTORY MANAGEMENT AND WAREHOUSING OF IMPORTED COMPONENTS IN THE MANAUS INDUSTRIAL HUB: IMPACTS OF INTERNATIONAL LEAD TIME ON STOCKOUT COSTS

GESTIÓN DE INVENTARIOS Y ALMACENAMIENTO DE COMPONENTES IMPORTADOS EN EL POLO INDUSTRIAL DE MANAUS: IMPACTOS DEL LEAD TIME INTERNACIONAL EN LOS COSTOS DE RUPTURA

Alailson da Silva Andrade[1]
Miguel Marques de Castro[2]
Nilferton dos Santos Pinto[3]
Rosiane Oliveira da Silva[4]

RESUMO: Esse artigo buscou analisar os impactos do lead time internacional na gestão de estoques, na armazenagem e nos custos de ruptura de componentes importados no Polo Industrial de Manaus. A metodologia empregada caracterizou-se como uma revisão integrativa da literatura, orientada pela estratégia PICO/PECO, com busca sistemática em bases científicas e amostragem de 12 publicações entre obras clássicas e artigos recentes. Os principais resultados encontrados evidenciaram que a alta variabilidade no tempo de ressuprimento, intensificada por gargalos no trânsito marítimo, desembaraço aduaneiro e estiagens no modal fluvial amazônico, inviabiliza o uso puro do Just-in-Time. Para evitar paradas na produção, as indústrias superdimensionam seus estoques de segurança, o que eleva os custos de armazenagem e a imobilização de capital. Conclui-se que manter estoques elevados é uma estratégia defensiva inevitável, pois o custo de manutenção é financeiramente inferior aos impactos devastadores do custo de ruptura, que envolve ociosidade operacional, fretes aéreos emergenciais e multas contratuais.

Palavras-chave: Gestão de estoques. Lead time internacional. Polo Industrial de Manaus. Custos de ruptura. Armazenagem.

ABSTRACT: This article sought to analyze the impacts of international lead time on inventory management, warehousing, and stockout costs of imported components in the Industrial Pole of Manaus. The methodology employed was an integrative literature review guided by the PICO/PECO strategy, featuring a systematic search across scientific databases and a sample of 12 publications, including classical works and recent articles. The main findings showed that high lead time variability, intensified by bottlenecks in maritime transit, customs clearance, and seasonal droughts affecting Amazonian river transport, renders the pure application of Just-in-Time unfeasible. To prevent assembly line shutdowns, industries over-dimension their safety stocks, which increases storage costs and working capital tie-up. It is concluded that maintaining high inventory levels is an inevitable defensive strategy, as holding costs remain financially lower than the devastating impacts of stockout costs, which entail operational downtime, emergency air freight, and contractual penalties.

Keywords: Inventory management. International lead time. Manaus Industrial Pole. Stockout costs. Warehousing.

[1] Pós-graduando em Gestão de Compras, Suprimentos e Supply Chain pela Faculdade Metropolitana de Manaus (Fametro). Tecnólogo em Logística pela Universidade Paulista (UNIP).
[2] Pós-graduando em Gestão de Compras, Suprimentos e Supply Chain pela Faculdade Metropolitana de Manaus (Fametro). Tecnólogo em Logística pela Faculdade Metropolitana de Manaus (Fametro).
[3] Pós-graduando em Gestão de Compras, Suprimentos e Supply Chain pela Faculdade Metropolitana de Manaus (Fametro). Curso de Administração pela UniNorte.
[4] Mestre. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Docente do curso de Pós-graduação em Gestão de Compras, Suprimentos e Supply Chain pela Faculdade Metropolitana de Manaus (Fametro).

RESUMEN: Este artículo buscó analizar los impactos del lead time internacional en la gestión de inventarios, el almacenamiento y los costos de rotura de componentes importados en el Polo Industrial de Manaus. La metodología empleada se caracterizó como una revisión integrativa de la literatura, orientada por la estrategia PICO/PECO, con búsqueda sistemática en bases científicas y una muestra de 12 publicaciones entre obras clásicas y artículos recientes. Los principales resultados encontrados evidenciaron que la alta variabilidad en el tiempo de reabastecimiento, intensificada por cuellos de botella en el tránsito marítimo, despacho aduanero y sequías en el transporte fluvial amazónico, imposibilita el uso puro del Just-in-Time. Para evitar paradas en la producción, las industrias sobredimensionan sus inventarios de seguridad, lo que eleva los costos de almacenamiento y la inmovilización de capital. Se concluye que mantener inventarios elevados es una estrategia defensiva inevitable, pues el costo de mantenimiento es financieramente inferior a los impactos devastadores del costo de rotura, que involucra ociosidad operativa, fletes aéreos de emergencia y multas contractuales.

Palabras clave: Gestión de inventarios. Lead time internacional. Polo Industrial de Manaus. Costos de rotura. Almacenamiento.

1 INTRODUÇÃO

A gestão da cadeia de suprimentos e o alinhamento estratégico das operações logísticas constituem elementos essenciais para a competitividade organizacional no cenário contemporâneo (BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2014; CHOPRA; MEINDL, 2011). Em termos globais e regionais, o planejamento adequado do fluxo de materiais busca equilibrar os níveis de serviço oferecidos aos clientes e a otimização dos custos operacionais, exigindo eficiência no controle de armazenagem e na distribuição de insumos (BALLOU, 2006; ROCHA *et al.*, 2026).

Contudo, a eficiência logística é constantemente comprometida por entraves operacionais e pela dilatação do *lead time*, isto é, o intervalo de tempo entre a emissão do pedido de um insumo e sua efetiva disponibilidade na linha de produção. (WENDT; BAÚ, 2023). A alta variabilidade e os atrasos no tempo de ressuprimento geram vulnerabilidades diretas no fluxo produtivo, sobrecarregando as atividades logísticas e elevando o risco de rupturas no abastecimento (SILVA, 2022; WENDT; BAÚ, 2023). Quando o nível de estoque não é dimensionado de forma a absorver essas oscilações, a falta de componentes compromete a continuidade da manufatura e impacta negativamente o desempenho financeiro e operacional da organização (CAVALCANTE *et al.*, 2023; MOREIRA et al., 2026).

Essa problemática assume contornos ainda mais complexos na Amazônia Ocidental, em especial no Polo Industrial de Manaus (PIM). Devido ao seu isolamento geográfico em relação aos grandes centros consumidores e à dependência de insumos externos, o PIM enfrenta gargalos estruturais recorrentes nos modais de transporte utilizados para a movimentação e

distribuição de cargas (DIAS; MONTEIRO, 2023; PICANÇO *et al.*, 2023). Além das limitações de infraestrutura física e aduaneira no fluxo de componentes, fatores ambientais severos, como os períodos de estiagem que afetam os corredores hidroviários regionais, impõem desafios adicionais à resiliência das cadeias de suprimento na região (RIOS; PINTO; SANTOS, 2026).

Diante das especificidades geográficas e operacionais de Manaus, o controle rígido da armazenagem e a integração entre as áreas de estoque e produção tornam-se indispensáveis para mitigar o impacto dos custos logísticos (MOREIRA *et al.*, 2026; NASCIMENTO FILHO; ALVES, 2022). Em setores variados, desde a indústria automotiva e de transformação até o comércio local, a incapacidade de antecipar variações na entrega de matérias-primas resulta no aumento inevitável do custo de ruptura, caracterizado por paralisações na linha de montagem, ociosidade operacional e despesas emergenciais de estocagem (CAVALCANTE *et al.*, 2023; PICANÇO *et al.*, 2023; ROCHA *et al.*, 2026).

Diante desse contexto, o presente trabalho busca responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais são os impactos do lead time na gestão de estoques e nos custos de ruptura de componentes no Polo Industrial de Manaus? Para responder a este questionamento, o objetivo geral deste estudo é analisar como os atrasos e entraves logísticos no transporte e na armazenagem influenciam o dimensionamento do estoque e o surgimento de custos por ruptura de suprimentos na indústria local.

2 MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma Revisão Integrativa da Literatura, método que possibilita a sintetização do conhecimento produzido sobre determinada temática e a incorporação dos resultados de estudos significativos na prática operacional e científica. Para garantir o rigor acadêmico, o desenvolvimento desta pesquisa foi estruturado em seis etapas distintas: identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; identificação e seleção dos estudos primários; categorização das informações extraídas; avaliação e análise dos estudos incluídos; e apresentação da síntese dos conhecimentos.

Para conferir rigor científico, clareza e precisão na delimitação do tema, a construção da questão norteadora desta revisão integrativa fundamentou-se no acrônimo da estratégia PICO (População, Intervenção/Exposição, Comparação e Outcome/Desfecho). Trata-se de um modelo conceitual amplamente utilizado em metodologias de revisão de literatura para

operacionalizar e mapear os elementos centrais do problema de pesquisa, evitando vieses e direcionando a escolha dos descritores de busca e dos critérios de elegibilidade dos estudos, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 – Estratégia PICO/PECO.

Elemento	Sigla	Descrição Aplicada ao Estudo
População	P	Indústrias manufatureiras do Polo Industrial de Manaus (PIM) dependentes de componentes importados.
Exposição / Intervenção	I / E	Extensão e variabilidade do lead time internacional e gargalos logísticos do corredor de suprimento.
Comparação	C	Gestão de estoques em condições regulares versus oscilações de entrega e falhas no buffer de proteção.
Desfecho (Outcome)	O	Elevação dos custos de armazenagem, oscilação nos níveis de estoque de segurança e surgimento dos custos de ruptura (parada de linha).

No contexto desta pesquisa, os quatro componentes do acrônimo foram estruturados e aplicados da seguinte forma:

- P (População): Refere-se ao universo ou ambiente delimitado no estudo. Corresponde às indústrias manufatureiras do Polo Industrial de Manaus (PIM) que dependem do abastecimento contínuo de componentes e insumos importados.

- I / E (Intervenção / Exposição): Representa a variável ou o evento ao qual a população está submetida. Compreende a extensão e a alta variabilidade do lead time internacional, englobando os gargalos do transporte de longo curso, trânsito marítimo, desembaraço aduaneiro e logística de transbordo no corredor amazônico.

- C (Comparação): Refere-se ao parâmetro de contraste operacional. Analisa a gestão de estoques sob condições ideais ou regulares de ressuprimento versus cenários de atrasos severos, falhas de planejamento e inconsistência no estoque de segurança.

- O (Outcome / Desfecho): Corresponde aos resultados e impactos mensurados. Abrange as consequências operacionais e financeiras na gestão de armazenagem, tais como a elevação do custo de estocagem de proteção e, fundamentalmente, a ocorrência de custos de ruptura decorrentes da paralisação de linhas de produção.

A partir da articulação desses elementos estruturantes, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: Quais são os impactos do lead time internacional na gestão de estoques, na armazenagem e nos custos de ruptura de componentes no Polo Industrial de Manaus?

O levantamento bibliográfico foi realizado mediante consulta sistemática às bases de dados científicas e repositórios acadêmicos, incluindo Google Acadêmico, Scientific Electronic

Library Online (SciELO) e Portal de Periódicos da CAPES. Para a busca, utilizaram-se descritores controlados e palavras-chave combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR: ("Polo Industrial de Manaus" OR "Zona Franca de Manaus" OR "PIM") AND ("Gestão de Estoques" OR "Armazenagem") AND ("Lead Time" OR "Importação") AND ("Custo de Ruptura" OR "Parada de Linha").

A população estudada compreendeu a produção científica que aborda a logística de suprimentos, o tempo de ressuprimento importado e o impacto nos custos de armazenagem e ruptura de estoque na indústria nacional e, especificamente, no PIM. A amostragem constituiu-se de forma não probabilística por conveniência e intencional, totalizando 12 obras e artigos selecionados que atenderam integralmente aos critérios do estudo.

Como critérios de inclusão, estabeleceu-se um recorte temporal focado em artigos científicos e publicações recentes (entre 2021 e 2026), com o objetivo de capturar o panorama atualizado dos gargalos logísticos no PIM, incluindo os efeitos da estiagem, transbordo, pandemia e crises de suprimento na Amazônia Ocidental. Paralelamente, foram incluídas obras conceituais consagradas da literatura logística, publicadas anteriormente a esse intervalo. Ressalta-se que a inclusão dessas referências mais antigas justifica-se por constituírem a base teórica e epistemológica indispensável que fundamentam as pesquisas contemporâneas na área, fornecendo os modelos matemáticos de estoque de segurança e o cálculo de custos de oportunidade que embasam os estudos recentes sobre o Polo Industrial de Manaus. Foram excluídos trabalhos duplicados entre as bases, editoriais, resumos expandidos de eventos, notícias de imprensa e literaturas sem relevância direta para a dinâmica regional ou para a teoria de estoques.

Os procedimentos analíticos envolveram a leitura analítica e sistemática dos textos selecionados, com extração de dados organizados em uma matriz comparativa contendo autoria, ano, periódico, objetivos e principais achados. A síntese dos dados deu-se de forma qualitativa e descritiva, categorizando as evidências nos eixos temáticos de fundamentação teórica de estoques, gargalos do lead time internacional no PIM e impactos financeiros da ruptura.

Por tratar-se de uma pesquisa de revisão integrativa desenvolvida exclusivamente a partir de dados secundários de domínio público e publicações científicas já divulgadas, não houve coleta direta de dados com seres humanos ou animais. Dessa forma, dispensou-se a submissão e apreciação do protocolo de pesquisa por Comitê de Ética em Pesquisa

(CEP/CONEP), conforme as diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

3 RESULTADOS

A busca nas bases de dados e repositórios acadêmicos resultou na seleção final de 12 produções científicas (compostas por artigos de periódicos e livros-texto fundamentais) que atenderam integralmente aos critérios de elegibilidade estabelecidos na metodologia. Para garantir a transparência analítica e a rastreabilidade das evidências, os resultados são apresentados a seguir em quadros temáticos estruturados.

3.1 Caracterização do corpus da pesquisa

O Quadro 2 sintetiza as obras analisadas, detalhando autoria, ano de publicação, título, veículo de divulgação/editora e a contribuição central de cada estudo para a problemática abordada.

Quadro 2 – Síntese das publicações selecionadas na revisão integrativa.

Autor(es) e Ano	Título do Trabalho	Veículo / Editora	Contribuição Principal para o Estudo
Ballou (2006)	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial	Bookman (Livro)	Modelo teórico de trade-offs entre custo de estocagem, custo de oportunidade e variabilidade de tempo de entrega.
Chopra e Meindl (2011)	Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação	Pearson (Livro)	Fórmulas matematicamente consolidadas para dimensionamento de Estoque de Segurança com base no lead time.
Bowersox, Closs e Cooper (2014)	Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos	AMGH (Livro)	Conceituação do risco de fornecimento global e necessidade de estoques de amortecimento (buffers).
Nascimento Filho e Alves (2022)	Modelo de controle ótimo para empresas do Polo Industrial de Manaus	Revista Brasileira de Economia de Empresas	Modelagem matemática adaptada às decisões de controle de estoque no ambiente industrial do PIM.
Silva (2022)	Os impactos da pandemia do covid-19 na cadeia de suprimentos e atividades logísticas...	INOVAE Journal	Análise teórica da vulnerabilidade das cadeias industriais frente ao estresse e aumento do lead time marítimo.
Cavalcante et al. (2023)	Gestão de estoque e o impacto da pandemia em uma empresa varejista de Manaus	Revista FT	Avaliação prática do ponto de resuprimento sob desabastecimento no mercado de Manaus.
Dias e Monteiro (2023)	Entraves logísticos no Polo Industrial de Manaus e os modais de transporte...	Brazilian Journal of Development	Mapeamento dos modais de transporte e gargalos estruturais na distribuição de insumos no PIM.
Picanço et al. (2023)	Entraves logísticos no polo industrial de Manaus: um estudo de caso em uma empresa automobilística	Revista GeSec	Identificação dos entraves na importação de componentes automobilísticos e paradas de linha na Zona Franca.

Autor(es) e Ano	Título do Trabalho	Veículo / Editora	Contribuição Principal para o Estudo
Wendt e Baú (2023)	Análise e redução de lead time em uma indústria de confecção	Revista Produção Online	Impacto da redução do lead time operacional no controle e no custo de manutenção de insumos.
Moreira et al. (2026)	Análise dos impactos da integração entre estoque, produção e custos... na Zona Franca de Manaus	Rev. Ibero-Americana de Humanidades, Ciênc. e Ed.	Avaliação empírica do custo decorrente da falta de integração entre a manufatura plástica e o almoxarifado no PIM.
Rios, Pinto e Santos (2026)	Gestão Logística e Resiliência da Cadeia de Suprimentos Perante a Estiagem na Amazônia Ocidental...	Revista Tópicos	Mapeamento do impacto dos eventos climáticos de estiagem no aumento do tempo e custo do frete no PIM.
Rocha et al. (2026)	Gestão de custos logísticos e seus impactos no desempenho organizacional...	Periódicos Brasil: Pesquisa Científica	Mensuração dos impactos dos custos operacionais indiretos na rentabilidade de empresas em Manaus.

A distribuição do acervo bibliográfico evidencia uma complementaridade essencial para o estudo: enquanto os livros-texto clássicos fornecem os modelos matemáticos e conceitos consolidados de gestão de materiais, os artigos recentes (2022–2026) trazem a aplicação prática desses conceitos na realidade do Polo Industrial de Manaus. Observa-se um foco acentuado da literatura recente nos impactos causados por choques de oferta, eventos climáticos na Amazônia e gargalos operacionais específicos das indústrias instaladas na Zona Franca.

3.2 Análise dos gargalos do lead time internacional e regional no PIM

A análise integrativa dos estudos focados no Polo Industrial de Manaus demonstra que o *lead time* de suprimento de componentes importados não é uma variável fixa, mas um somatório de etapas suscetíveis a atrasos operacionais, climáticos e burocráticos.

O Quadro 3 sistematiza os principais componentes do *lead time* enfrentados pelas indústrias do PIM e seus desdobramentos na gestão de materiais.

Quadro 3 – Etapas do lead time internacional e entraves específicos do corredor logístico do PIM.

Etapa da Cadeia de Suprimento	Dinâmica Operacional	Gargalos Identificados no PIM	Referências de Suporte
1. Origem até Porto de Embarque	Consolidação do pedido na Ásia/Europa e trânsito interno até o porto fornecedor.	Falta de contêineres e alterações de rotas pelas armadoras (blank sailings).	Silva (2022); Picanço et al. (2023)
2. Trânsito Marítimo Internacional	Navegação de longo curso ligando os portos globais aos hubs de transbordo ou portos nacionais.	Extensão natural da distância geográfica e congestionamento em portos intermediários.	Bowersox, Closs e Cooper (2014); Dias e Monteiro (2023)

Etapa da Cadeia de Suprimento	Dinâmica Operacional	Gargalos Identificados no PIM	Referências de Suporte
3. Trânsito Fluvial (Amazônia Ocidental)	Subida pelo Rio Amazonas (cabotagem/longo curso) partindo do Pará ou Ceará até os Portor de Manaus.	Estiagem severa/Seca dos rios: atolamentos, redução do calado e necessidade de transbordo (ex: Itacoatiara).	Dias e Monteiro (2023); Rios, Pinto e Santos (2026)
4. Desembaraço Aduaneiro e EADI	Liberação fiscal na Alfândega/Receita Federal e movimentação em Estações Aduaneiras de Interior.	Burocracia, parametrização em canais de conferência (vermelho/cinza) e paralisações operacionais.	Picanço et al. (2023); Nascimento Filho e Alves (2022)

Os dados do quadro 3 demonstram que o lead time no Polo Industrial de Manaus é composto por uma cadeia de etapas encadeadas, onde o tempo total de ressuprimento não depende apenas da distância marítima internacional. O gargalo mais crítico e incerto reside na transição entre o modal marítimo/cabotagem e o transporte fluvial subindo a bacia amazônica, onde fenômenos como a seca dos rios e a burocracia do desembaraço aduaneiro local acrescentam semanas de atraso imprevisível ao ciclo de suprimentos.

3.3 Impactos na gestão de estoques e dimensionamento do buffer

Como consequência da incerteza do tempo de transporte, a literatura teórica e aplicada converge quanto à necessidade de reajuste nas fórmulas de gestão de estoques. O aumento do desvio-padrão do *lead time* (σLT) força o aumento do Estoque de Segurança (ES), sobrecarregando a capacidade física dos galpões de armazenagem em Manaus.

O Quadro 4 contrasta o comportamento das variáveis teóricas de estoque frente aos achados empíricos no PIM.

Quadro 4 – Matriz de impacto do lead time nas variáveis de gestão de estoque no PIM.

Variável / Modelo Teórico	Comportamento sob Lead Time Estável	Comportamento Realista no Polo Industrial de Manaus	Impacto Prático na Armazenagem	Referências
Estoque de Segurança (ES)	Requer volumes mínimos para cobrir apenas oscilações pontuais de demanda.	Inflacionado significativamente para absorver a variabilidade temporal (σLT) do transporte marítimo e fluvial.	Sobrecarga física dos almoxarifados e galpões EADI em Manaus.	Ballou (2006); Chopra e Meindl (2011); Cavalcante et al. (2023)
Ponto de Pedido (PP)	Calculado de forma preditiva com base em consumo médio constante.	Necessita de antecipação contínua (lead time de até 90–120 dias para componentes asiáticos).	Aumento do capital de giro imobilizado em ordens em trânsito.	Nascimento Filho e Alves (2022); Wendt e Baú (2023)

Variável / Modelo Teórico	Comportamento sob Lead Time Estável	Comportamento Realista no Polo Industrial de Manaus	Impacto Prático na Armazenagem	Referências
Custo de Manutenção de Estoque	Mantido dentro de limites financeiros aceitáveis.	Elevado por custos adicionais de aluguel de áreas externas, seguros e deterioração/obsolescência .	Perda de rentabilidade e aumento dos custos operacionais indiretos.	Moreira et al. (2026); Rocha et al. (2026)

A comparação entre a teoria geral e a prática no PIM revela que as incertezas no tempo de entrega alteram drasticamente o comportamento do Estoque de Segurança (*ES*) e do Ponto de Pedido (*PP*). Para evitar a falta de componentes, as indústrias locais são forçadas a superdimensionar seus buffers de proteção, o que gera um efeito colateral direto: o encarecimento da armazenagem, a sobrecarga física dos almoxarifados e a imobilização excessiva de capital de giro em estoques retidos em Manaus.

3.4 Quantificação e categorização dos custos de ruptura (stockout costs)

Quando as medidas de amortecimento falham e o insumo importado não chega à fábrica a tempo, ocorre a ruptura de estoque. Os resultados indicam que o custo de ruptura no PIM é desproporcionalmente mais elevado se comparado a outras regiões industriais do país, devido à impossibilidade de compras de emergência de fornecedores locais.

O Quadro 5 categoriza a tipologia dos custos de ruptura identificados na literatura analisada.

Quadro 5 – Tipologia dos custos de ruptura decorrentes do atraso na entrega de componentes importados no PIM.

Categoria do Custo	Natureza Financeira	Manifestação Operacional no PIM	Referências de Suporte
Custo Direto de Parada de Linha	Fixo / Operacional	Ociosidade de mão de obra direta, parada de máquinas e consumo de energia sem geração de produto acabado.	Picanço et al. (2023); Moreira et al. (2026)
Custo de Frete Emergencial	Variável / Logístico	Utilização de modal aéreo para envio urgente de insumos críticos em substituição ao modal marítimo.	Silva (2022); Dias e Monteiro (2023)
Multas e Penalidades Contratuais	Comercial / Financeiro	Atraso no envio do produto acabado para o mercado consumidor (Regiões Sudeste/Sul), gerando multas com varejistas.	Ballou (2006); Cavalcante et al. (2023)
Custos de Remanejamento e Horas Extras	Operacional	Reorganização não planejada do turnaround de produção e pagamento de horas extras para cumprir metas pós-normalização.	Wendt e Baú (2023); Rocha et al. (2026)

A categorização dos custos de ruptura demonstra que a falta de um componente importado no PIM gera um "efeito dominó" financeiro. Como a região possui pouca oferta local de insumos para compras de emergência, a ruptura frequentemente resulta no cancelamento de turnos ou no pagamento de fretes aéreos de altíssimo custo. Assim, o custo de oportunidade e as penalidades contratuais por atraso na entrega aos grandes centros consumidores (Sul e Sudeste) superam, em muitos casos, o próprio custo de manter estoques elevados.

4 DISCUSSÃO

A interpretação analítica dos resultados obtidos nesta revisão integrativa confirma a premissa de que a gestão de estoques e a armazenagem no Polo Industrial de Manaus (PIM) operam sob condicionantes logísticos ímpares, nos quais a extensão e a volatilidade do *lead time* internacional atuam como vetores diretos de custos operacionais e riscos de ruptura. A convergência entre os modelos clássicos de logística empresarial (BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2014; CHOPRA; MEINDL, 2011) e a literatura empírica voltada à Região Amazônica (DIAS; MONTEIRO, 2023; PICANÇO *et al.*, 2023; RIOS; PINTO; SANTOS, 2026) evidencia que a distância geográfica em relação aos centros globais de fabricação de componentes eletrônicos e metálicos (sobretudo o continente asiático) impõe um ciclo de ressuprimento estruturalmente longo, o qual é amplificado pelas particularidades do corredor logístico regional.

A comparação dos achados com a literatura internacional e nacional genérica revela uma clara divergência quanto ao comportamento do estoque de segurança (*ES*). Enquanto a literatura teórica tradicional preconiza a adoção de estratégias enxutas (*Lean Manufacturing* e *Just-in-Time*) para a redução de custos de estocagem e otimização do capital de giro (BALLOU, 2006; WENDT; BAÚ, 2023), a realidade do PIM impõe uma abordagem conservadora e baseada na constituição de estoques de proteção elevados (*buffers*). Como demonstrado pelos estudos de Nascimento Filho e Alves (2022) e Cavalcante et al. (2023), a incerteza associada à variabilidade do tempo de viagem (σLT) no modal marítimo e, fundamentalmente, nas etapas de cabotagem e transporte fluvial subindo o Rio Amazonas, inviabiliza o funcionamento do *Just-in-Time* em sua forma pura para componentes importados. Fatores exógenos, como os períodos intensos de estiagem que comprometem a navegabilidade e exigem o transbordo de cargas em pontos intermediários (RIOS; PINTO; SANTOS, 2026), associados à lentidão no desembaraço

aduaneiro (PICANÇO *et al.*, 2023), transformam o estoque de segurança em um item de sobrevivência operacional, e não em mera ineficiência de processos.

As implicações práticas dessa dinâmica refletem-se em um dilema financeiro permanente para os gestores da Zona Franca de Manaus. A decisão de manter estoques elevados como salvaguarda contra a volatilidade do fornecimento resulta em custos adicionais de armazenagem, aluguel de galpões externos, seguros e risco acrescido de obsolescência técnica de componentes (MOREIRA *et al.*, 2026; ROCHA *et al.*, 2026). Em contrapartida, a falha em dimensionar o *buffer* de forma adequada culmina na ruptura de estoque (*stockout*). No contexto industrial de Manaus, o impacto financeiro da ruptura é desproporcionalmente severo: dada a ausência de uma rede local de fornecedores de insumos de alta tecnologia para compras emergenciais, a falta de uma única peça gera a paralisação completa de linhas de montagem, resultando em ociosidade da mão de obra, multas contratuais com o varejo das Regiões Sudeste e Sul e o recurso extremo ao frete aéreo emergencial (SILVA, 2022; DIAS; MONTEIRO, 2023; PICANÇO *et al.*, 2023).

Apesar das contribuições alcançadas, este estudo apresenta limitações metodológicas que devem ser consideradas. Por constituir uma revisão integrativa fundamentada em fontes de dados secundários, a pesquisa não incluiu a coleta de dados primários quantitativos junto às indústrias do PIM, o que impede a mensuração matemática exata do impacto percentual do custo de ruptura sobre a margem de lucro líquida por setor específico (como o eletroeletrônico em comparação ao de duas rodas). Além disso, a heterogeneidade das metodologias e do escopo das obras analisadas limita a padronização dos valores financeiros relatados na literatura.

Como indicação de caminhos para pesquisas futuras, sugere-se a realização de estudos empíricos de natureza quantitativa, com a aplicação de modelos de simulação computacional (como a Simulação de Monte Carlo) para mapear probabilisticamente a variação do *lead time* internacional sob diferentes cenários de estiagem na Amazônia. Recomenda-se, ainda, a condução de pesquisas focadas na avaliação econômica da implantação de *hubs* logísticos avançados e galpões alfandegados em pontos estratégicos fora da calha principal do Rio Amazonas, bem como a análise de viabilidade do adensamento da cadeia de fornecedores locais para a redução da dependência de componentes importados de longo curso.

5 CONCLUSÃO

A realização desta revisão integrativa permitiu analisar os impactos do *lead time* internacional na gestão de estoques, na armazenagem e nos custos de ruptura de componentes importados no Polo Industrial de Manaus (PIM), atingindo integralmente o objetivo proposto. A investigação evidenciou que a vulnerabilidade logística da Zona Franca de Manaus não decorre apenas das grandes distâncias do transporte marítimo de longo curso, mas é agravada por gargalos operacionais e sazonais regionais, tais como a burocracia no desembaraço aduaneiro e a imprevisibilidade do modal fluvial durante os períodos de estiagem na Amazônia Ocidental.

Os achados demonstram que a aplicação rígida de filosofias enxutas de estoque, como o *Just-in-Time*, apresenta limites práticos acentuados no ecossistema industrial de Manaus. Diante da alta variabilidade dos prazos de entrega, as organizações são compelidas a adotar uma postura defensiva, superdimensionando seus estoques de segurança (*buffers*). Esse arranjo, embora necessário para mitigar riscos, gera um efeito colateral direto sobre os custos logísticos globais, elevando as despesas com armazenagem, aluguel de áreas externas e imobilização de capital de giro.

Ficou comprovado, contudo, que o custo de manter estoques elevados ainda se mostra financeiramente inferior aos impactos devastadores decorrentes do custo de ruptura (*stockout cost*). A falta de componentes na linha de montagem em Manaus resulta em paradas de produção, ociosidade da mão de obra direta, pagamento de multas contratuais rigorosas com o varejo nacional e a necessidade de contratação de fretes aéreos emergenciais de altíssimo custo para reabastecimento. A ausência de fornecedores locais substitutos para insumos de alta tecnologia torna a ruptura um risco crítico à sobrevivência e rentabilidade das empresas do polo.

Conclui-se que o fortalecimento da competitividade do Polo Industrial de Manaus exige uma abordagem integrada que alinhe a precisão dos modelos matemáticos de dimensionamento de estoque às peculiaridades geográficas locais. Estratégias como a melhoria da visibilidade da cadeia de suprimentos em tempo real, a flexibilização do planejamento de produção e o aprimoramento da infraestrutura logística e aduaneira regional são indispensáveis para reduzir a volatilidade do *lead time* e mitigar os severos impactos financeiros causados pela falta de suprimentos importados.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / Logística empresarial**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

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

CAVALCANTE, H.; SILVA, M.; PINHEIRO, M.; CONCEIÇÃO, Y.; CARMINÉ, L.; SOUTO, S. Gestão de estoque e o impacto da pandemia em uma empresa varejista de Manaus. **Revista FT**, v. 27, n. 124, 2023.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos**: estratégia, planejamento e operação. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

DIAS, B. R.; MONTEIRO, C. A. Entraves logísticos no Polo Industrial de Manaus e os modais de transporte no processo de distribuição de cargas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 10, p. 28819-28835, out. 2023.

MOREIRA, A. A.; VIEIRA, D. A. F.; PEREIRA, J. W. S.; FONSECA, R. A. L. Análise dos impactos da integração entre estoque, produção e custos: um estudo de caso na indústria de transformação de plásticos da Zona Franca de Manaus. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 12, n. 8, ago. 2026.

NASCIMENTO FILHO, A.; ALVES, F. Modelo de controle ótimo para empresas do Polo Industrial de Manaus. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, v. 22, n. 2, 2022.

PICANÇO, A. G. S.; LIMA, O. P.; ROBERTO, J. C. A.; ARAÚJO, P. C. D.; TEIXEIRA, E. P.; CUNHA, E. L.; ROMÃO, L. P. Entraves logísticos no polo industrial de Manaus: um estudo de caso em uma empresa automobilística. **Revista de Gestão e Secretariado (GeSec)**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 6071-6089, 2023.

RIOS, P. S. R.; PINTO, L. M. R. B.; SANTOS, J. S. Gestão logística e resiliência da cadeia de suprimentos perante a estiagem na Amazônia Ocidental: análise empírica do corredor Itacoatiara–Manaus–São Gabriel da Cachoeira. **Revista Tópicos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 38, p. 1-14, 2026.

ROCHA, L. F.; PESSANHA, R. M.; NASCIMENTO, Y. S.; ROBERTO, J. C. A.; PINTO JUNIOR, J. R. L. Gestão de custos logísticos e seus impactos no desempenho organizacional: análise na Construnorte Manaus. **Periódicos Brasil: Pesquisa Científica**, Macapá, v. 5, n. 2, p. 626-648, 2026.

SILVA, R. M. Os impactos da pandemia do covid-19 na cadeia de suprimentos e atividades logísticas: contribuições e insights teóricos. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Management**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2022.

WENDT, C.; BAÚ, B. Análise e redução de lead time em uma indústria de confecção. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 2, p. 2994-3020, 2023.