

Programa educacional e proposta de melhoria logística para redução do gargalo no processo de pesagem da Empresa Alfa

Educational program and logistics improvement proposal to reduce the bottleneck in company Alfa's weighing process

Isac Mascarenhas Santos¹
Kauan Henrique Vieira Pereira²
Kleyton Goes Lima³
Vitoria Moraes da Silva⁴

RESUMO

A eficiência logística é fator decisivo para empresas atacadistas que dependem de alto giro de mercadorias, precisão na separação de pedidos e agilidade na expedição. Este artigo analisa o gargalo identificado no processo de pesagem da Empresa Alfa, distribuidora de materiais para construção, propondo uma solução integrada baseada em reorganização operacional, programa educacional interno e simulação a eventos discretos no software Arena. O objetivo geral consiste em propor melhorias para reduzir falhas, filas e retrabalhos na etapa de pesagem, considerada uma restrição operacional do fluxo de expedição. Metodologicamente, trata-se de pesquisa aplicada, exploratória descritiva, conduzida por estudo de caso com abordagem mista, utilizando observação direta, dados institucionais agregados, análise documental, estatística descritiva e modelagem computacional. O recorte empírico contempla o período de maio a setembro de 2025, no qual foram registradas 143.705 ordens de serviço, com taxa estimada de 26% de recusas associadas ao processo. Os resultados projetados indicam que a redução de 40% das falhas pode diminuir a taxa de recusas para 15,6%, contribuindo para maior fluidez operacional, melhor utilização da balança, redução de retrabalho e impactos significativos na eficiência operacional. Conclui-se que a integração entre análise logística, capacitação e simulação fortalece a tomada de decisão e oferece contribuição prática e acadêmica para estudos sobre gargalos em armazéns.

PALAVRAS-CHAVE: gargalo logístico; processo de pesagem; cadeia de suprimentos; simulação em logística; Arena.

ABSTRACT

Logistics efficiency is a decisive factor for wholesale companies that depend on high product turnover, order accuracy and agile shipping operations. This paper analyzes the bottleneck identified in the weighing process of Empresa Alfa, a building materials distributor, and proposes an integrated solution based on operational redesign, an internal educational program and discrete-event simulation using Arena software. The general objective is to propose improvements to reduce failures, queues and rework in the weighing stage, considered an operational constraint in the shipping flow. Methodologically, this is an applied, exploratory-descriptive case study with a mixed approach, using direct observation, aggregated institutional data, document analysis, descriptive statistics and

¹ Faculdade de Tecnologia da Zona Leste isac.santos2@aluno.cps.sp.gov.br

² Faculdade de Tecnologia da Zona Leste kauan.pereira5@fatec.sp.gov.br

³ Faculdade de Tecnologia da Zona Leste kleyton.lima01@fatec.sp.gov.br

⁴ Faculdade de Tecnologia da Zona Leste vitoria.silva23@aluno.cps.sp.gov.br

computational modeling. The empirical scope covers the period from May to September 2025, in which 143,705 service orders were registered, with an estimated 26% rejection rate associated with the process. The projected results indicate that a 40% reduction in failures may reduce the rejection rate to 15.6%, contributing to greater operational flow, better use of the weighing resource, lower rework and significant impacts on operational efficiency. The study concludes that integrating logistics analysis, employee training and simulation strengthens decision-making and provides practical and academic contributions to studies on warehouse bottlenecks.

Keywords: logistics bottleneck; weighing process; supply chain; logistics simulation; Arena.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como foco o gargalo no processo de pesagem da Empresa Alfa, etapa crítica do fluxo de separação e expedição de materiais de construção. A escolha desse recorte justifica-se porque a pesagem funciona como ponto de controle antes da liberação dos pedidos e, quando apresenta restrições de capacidade ou falhas de conferência, compromete a fluidez da operação, aumenta filas, gera retrabalho e reduz o nível de serviço.

A logística contemporânea deixou de ser vista apenas como atividade de apoio e passou a ocupar posição estratégica no desempenho das organizações. Em empresas atacadistas, a eficiência do fluxo entre recebimento, armazenagem, separação, conferência, pesagem e expedição é determinante para reduzir custos e

ampliar a confiabilidade da entrega. Nesse contexto, restrições localizadas devem ser analisadas de forma sistêmica, pois uma etapa crítica pode afetar processos anteriores e posteriores da cadeia logística.

A Empresa Alfa Distribuidora de Materiais para Construção Ltda. atua no comércio atacadista de materiais de construção em geral e possui operação voltada à distribuição de itens diversos para clientes do setor. Para fins deste estudo, as informações institucionais da empresa são utilizadas apenas para contextualizar a relevância da operação, evitando-se descrições extensas que não contribuam diretamente para a análise do gargalo.

O material-base do projeto registra que, entre maio e setembro de 2025, foram analisadas 143.705 ordens de serviço. A partir desse universo, identificou-se taxa estimada de 26% de recusas associadas ao processo, com previsão de redução de 40% das falhas por meio de padronização, treinamento, reorganização do fluxo e simulação em logística. Assim, o problema de pesquisa é definido da seguinte forma: de que maneira a combinação entre análise logística, capacitação dos colaboradores

e simulação no Arena pode contribuir para reduzir o gargalo da pesagem e melhorar o desempenho operacional da Empresa Alfa?

O objetivo geral do estudo é propor melhorias operacionais e um programa educacional interno para reduzir falhas e filas no processo de pesagem da Empresa Alfa. Como objetivos específicos, busca-se: mapear o fluxo operacional da pesagem; organizar os dados quantitativos disponíveis; definir indicadores de desempenho; modelar o processo em ambiente de simulação; e propor ações de capacitação e padronização para sustentar a melhoria contínua.

A justificativa do trabalho está na relevância prática e acadêmica do tema. Do ponto de vista prático, a redução de gargalos pode contribuir para maior produtividade, menor retrabalho e melhor aproveitamento dos recursos logísticos. Do ponto de vista acadêmico, o estudo articula conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos, Logística das Operações Globais, Simulação em Logística, Movimentação e Armazenagem, e Custos e Tarifas Logísticas, demonstrando como essas áreas se complementam na análise de uma restrição operacional real.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO INTEGRADO AO GARGALO DA PESAGEM

A análise do gargalo no processo de pesagem da Empresa Alfa exige uma leitura integrada das áreas estudadas no semestre, pois a restrição operacional não surge de forma isolada. Em uma distribuidora atacadista de materiais de construção, o desempenho da expedição depende da coordenação entre separação, movimentação, conferência, pesagem, liberação e carregamento. Assim, quando a balança se transforma em recurso crítico, toda a cadeia interna é afetada: os pedidos permanecem mais tempo em espera, a expedição perde ritmo, os colaboradores precisam realizar correções e o nível de serviço tende a ser comprometido.

Sob a ótica da Gestão da Cadeia de Suprimentos, o gargalo representa uma ruptura na integração dos fluxos materiais e informacionais. A cadeia de suprimentos pressupõe que pedidos, estoques, pessoas, equipamentos e informações avancem de forma coordenada até o atendimento ao cliente. No caso estudado, a pesagem funciona como uma etapa de validação antes da expedição; por isso, qualquer atraso nesse ponto reduz a capacidade de resposta do sistema logístico. A restrição deixa de ser apenas uma dificuldade local e passa a impactar a confiabilidade do

prazo, a produtividade dos setores anteriores e a capacidade de carregamento dos veículos.

A Logística das Operações Globais contribui para compreender que, mesmo em operações regionais, empresas competitivas precisam sustentar padrões de agilidade, rastreabilidade, padronização e previsibilidade. A Empresa Alfa atua em um mercado com grande variedade de itens, múltiplos fornecedores e demanda por entregas rápidas. Nesse contexto, o gargalo da pesagem afeta diretamente a responsividade da operação, pois aumenta a variabilidade do fluxo e dificulta o cumprimento de uma rotina estável de expedição. A análise global, portanto, reforça que processos internos eficientes são condições para competitividade externa.

A Movimentação e Armazenagem também se relaciona diretamente ao problema, uma vez que a balança está inserida no fluxo físico de saída dos materiais. O pedido separado precisa deslocar-se até a pesagem, aguardar atendimento, ser conferido e seguir para liberação. Quando ocorre acúmulo nessa etapa, formam-se filas físicas e operacionais que podem obstruir áreas, aumentar movimentações desnecessárias, ampliar tempo de ciclo e gerar retrabalho. Dessa forma, o gargalo revela uma falha de sincronização entre capacidade de processamento, organização do layout, chegada das ordens de serviço e padrão de conferência.

No campo de Custos e Tarifas Logísticas, a restrição operacional gera perdas que nem sempre aparecem imediatamente como despesa direta, mas afetam o custo total da operação. Filas, atrasos, retrabalho, tempo ocioso, reprocessamento de ordens de serviço, reprogramação de carregamentos e uso inadequado de mão de obra elevam o custo logístico indireto. Assim, reduzir o gargalo da pesagem significa não apenas acelerar uma etapa, mas também diminuir desperdícios operacionais e melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis.

A Simulação em Logística, por meio do software Arena, integra essas análises porque permite representar o comportamento dinâmico do processo, medir a formação de filas, estimar a utilização da balança e comparar cenários de melhoria sem interromper a operação real. A simulação a eventos discretos é adequada para esse tipo de problema porque trabalha com entidades que chegam ao sistema, disputam recursos, aguardam em filas, passam por decisões e seguem para saídas distintas. No estudo, as ordens de serviço foram tratadas como entidades e a

balança como recurso restritivo, permitindo visualizar a formação do gargalo e avaliar o efeito da redução de falhas.

Portanto, as disciplinas não são tratadas como blocos independentes, mas como lentes complementares para explicar o mesmo fenômeno. A cadeia de suprimentos mostra o impacto sistêmico do gargalo; as operações globais evidenciam a necessidade de responsividade e padronização; a movimentação e armazenagem explica a retenção do fluxo físico; custos logísticos demonstram as perdas econômicas indiretas; e a simulação em Arena transforma o diagnóstico em modelo analítico. Essa integração sustenta a proposta de melhoria operacional e de programa educacional interno para reduzir falhas no processo de pesagem.

3 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

Este estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de natureza exploratória descritiva, desenvolvida por meio de estudo de caso na Empresa Alfa. A pesquisa é aplicada porque busca propor solução para um problema operacional concreto; exploratória porque aprofunda a compreensão do gargalo; e descritiva porque organiza e apresenta dados do processo de pesagem.

A abordagem adotada é mista. A dimensão qualitativa foi utilizada para observar o fluxo operacional, compreender a dinâmica da etapa de pesagem e identificar fatores relacionados à padronização, conferência e capacitação. A

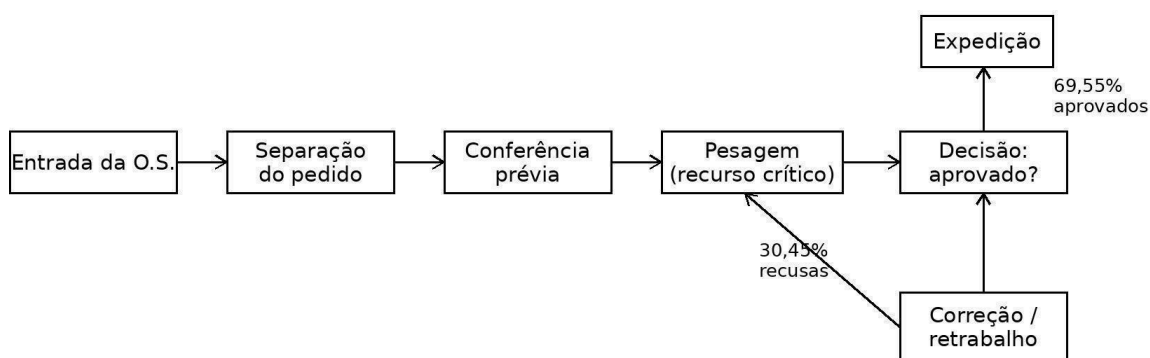
dimensão quantitativa foi empregada para tratar os dados agregados do período de maio a setembro de 2025, especialmente o volume de ordens de serviço e a taxa de recusas associadas ao processo.

Os dados quantitativos foram tratados por estatística descritiva, com cálculo de frequência absoluta, frequência relativa, taxa de falhas e meta de redução. Também foram definidos indicadores de análise de filas para a simulação, incluindo tempo médio de espera, tamanho médio da fila, taxa de utilização da balança, throughput e nível de serviço. Esses indicadores permitem avaliar o comportamento do sistema antes e depois das melhorias propostas.

Os procedimentos metodológicos foram organizados em cinco etapas: mapeamento do processo por observação direta; coleta documental com base em registros institucionais e material do projeto; organização dos dados em planilhas;

modelagem do processo no software Arena; e elaboração da proposta de intervenção com base no ciclo PDCA. Em termos éticos, o estudo utiliza dados institucionais agregados e não expõe informações pessoais de colaboradores, clientes ou fornecedores.

Figura 1 – Fluxo operacional do processo de pesagem da Empresa Alfa



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3.1 Definição dos indicadores quantitativos

Para atender à necessidade de maior objetividade na análise, foram definidos indicadores capazes de relacionar os dados reais às saídas esperadas da simulação.

A Tabela 1 apresenta os principais indicadores utilizados no estudo.

Tabela 1 – Indicadores definidos para análise do gargalo

Indicador	Forma de análise	Finalidade
Volume de O.S.	Total de ordens no período	Dimensionar a demanda do processo
Taxa de falhas/recusas	Falhas ÷ total de O.S.	Medir a não conformidade do fluxo
Tempo médio de espera	Saída do Arena	Avaliar a formação de fila
Tamanho médio da fila	Saída do Arena	Mensurar o acúmulo antes da balança
Utilização da balança	Tempo ocupado ÷ tempo disponível	Identificar sobrecarga do recurso crítico
Throughput	Pedidos concluídos por período	Avaliar a capacidade de expedição
Nível de serviço	Pedidos sem falha ÷ total de pedidos	Medir a eficiência percebida no processo

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do estudo (2026).

A partir das 143.705 ordens de serviço registradas no período e da taxa estimada de 26% de recusas, calcula-se um total aproximado de 37.363 ocorrências.

A meta de redução de 40% corresponde à diminuição aproximada de 14.945 ocorrências, reduzindo o total projetado para cerca de 22.418 falhas e a taxa relativa para 15,6%. Esses valores não substituem a validação operacional, mas oferecem base objetiva para comparação entre cenário atual e cenário proposto.

3.2 Modelagem completa do processo no Arena

A modelagem foi atualizada com os dados operacionais coletados na empresa, substituindo as premissas fictícias utilizadas na versão inicial. O foco do modelo permaneceu no mesmo problema central do artigo: o gargalo formado antes da balança, que interfere no fluxo de separação, conferência, pesagem, correção e expedição. Assim, as disciplinas do semestre foram integradas à análise: a cadeia de suprimentos explica o efeito sistêmico da restrição; movimentação e armazenagem evidenciam a retenção física do fluxo; custos logísticos demonstram o impacto do retrabalho e da ociosidade; operações globais reforçam a necessidade de padronização e resposta rápida; e a simulação no Arena permite testar cenários sem interferir na operação real.

Os dados coletados indicaram jornada real de 08:42:00, equivalente a 522 minutos por turno; processamento de 1.820 O.S. no turno analisado; tempo real de pesagem de 00:01:30 por O.S.; tempo médio de espera em fila de 00:03:00; volume médio de 446 caixas recusadas; percentual de recusa de 30,45%; tempo de correção/retrabalho de 00:03:00; uma balança disponível; 17 separadores e 3 conferentes. Também foram considerados o tempo médio real por lote de 55 minutos, o tempo acumulado de 12:20:48 para o exemplo de lotes 1 e 2 e o tempo de 02:00:00 para as etapas de separação, conferência e expedição.

Antes da aplicação no Arena, os dados foram analisados quanto à coerência operacional. Como 1.820 O.S. multiplicadas por 1,5 minuto de pesagem resultam em 2.730 minutos, valor superior à jornada de 522 minutos e incompatível com uma única balança operando de forma sequencial, o modelo adotou como entidade o lote operacional equivalente. Essa adequação é necessária porque os dados recebidos estão agregados por turno e por lote, não por registro individual de cada O.S. Dessa forma, cada entidade simulada representa um agrupamento operacional de O.S./caixas que passam pela sequência de conferência, pesagem, decisão de conformidade e eventual retrabalho.

Tabela 2 – Dados reais utilizados para parametrização da simulação

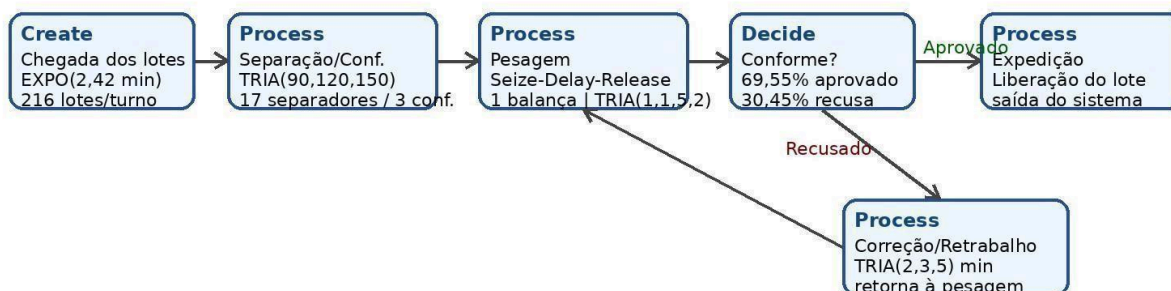
Indicador operacional coletado	Valor utilizado	Aplicação no Arena
Jornada real de trabalho	08:42:00 / 522 min	Replication Length = 522 minutes
Quantidade de O.S. processadas no turno	1.820 O.S.	Volume de referência do turno
Tempo real de pesagem por O.S.	00:01:30 / 1,5 min	Delay do módulo Pesagem
Tempo médio de espera na fila	00:03:00 / 3 min	Indicador de validação do modelo
Tamanho da fila antes da balança	8,69 m	Indicador físico do acúmulo antes do recurso crítico
Volume médio de recusas	446 caixas	Base para validação da taxa de não conformidade
Percentual de recusas	30,45%	Percent True/False no módulo Decide
Tempo de correção/retrabalho	00:03:00 / 3 min	Delay do módulo Correção/Retrabalho
Quantidade de balanças	1 unidade	Resource: Balança de Pesagem, Capacity = 1
Separadores e conferentes	17 separadores / 3 conferentes	Recursos de apoio para separação e conferência
Tempo das etapas sep./conf./exp.	02:00:00 / 120 min	Processo agregado antes/depois da pesagem

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados operacionais coletados na empresa (2026).

A simulação foi configurada em minutos, com 5 replicações e duração de 522 minutos por replicação, representando uma jornada operacional completa. O período de aquecimento foi definido como zero, pois o estudo representa um turno finito, com início e fim definidos. No cenário atual, manteve-se a taxa de recusa real de 30,45%. No cenário proposto, considerou-se a redução de 40% das falhas por meio de treinamento, padronização, checklist de conferência e reorganização do fluxo antes da balança, reduzindo a taxa simulada de recusa para 18,27%.

Figura 2 – Representação da lógica do modelo no Arena com dados coletados

Modelagem do gargalo de pesagem no Arena - fluxo lógico



Observação: imagem ilustrativa do arranjo dos módulos; para print real, montar o fluxo no Arena conforme o passo a passo do artigo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Tabela 3 – Módulos configurados no Arena

Ordem	Módulo	Configuração aplicada	Função no modelo
1	Create – Chegada dos lotes	Distribuição exponencial calibrada pela jornada de 522 min e pelo volume equivalente do turno	Gerar as entidades que representam os lotes operacionais que chegam ao fluxo
2	Process – Separação/Conferência	Tempo agregado de 120 min; recursos: 17 separadores e 3 conferentes	Representar as etapas anteriores que alimentam a pesagem
3	Process – Pesagem	Seize-Delay-Release; Resource: Balança de Pesagem; Capacity = 1; Delay médio = 1,5 min	Representar o recurso crítico responsável pela formação do gargalo
4	Decide – Conforme?	2-way by Chance; 69,55% aprovado e 30,45% recusado no cenário atual	Separar pedidos conformes e não conformes
5	Process – Correção/Retrabalho	Delay médio = 3 min; retorno para quando pesagem necessário	Medir o impacto das falhas sobre o fluxo e a fila
6	Process – Expedição	Liberação após aprovação	Encaminhar o lote aprovado para saída do sistema
7	Dispose – Saída	Finalização da entidade	Registrar o throughput do turno

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

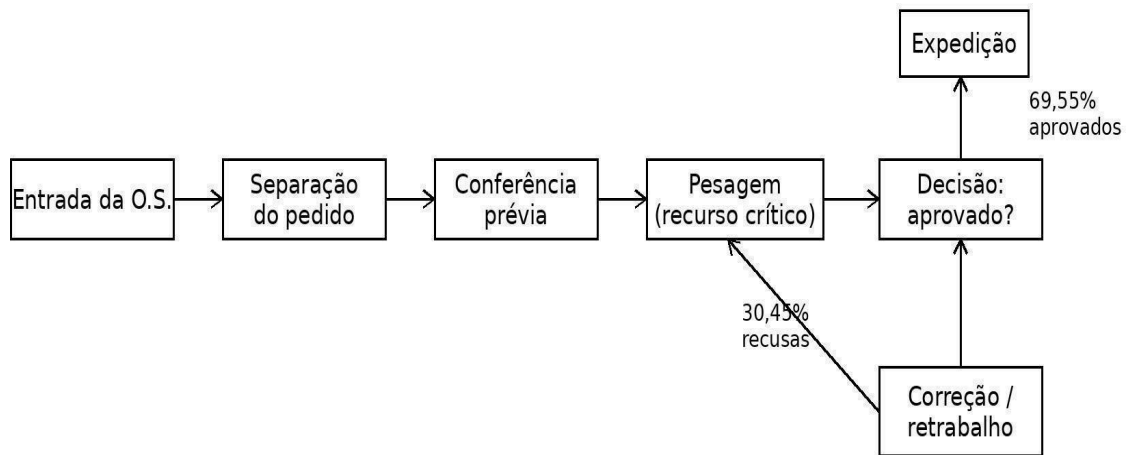
Figura 3 – Configuração de replicações e jornada simulada

Configuração de execução sugerida no Arena

Campo	Valor	Unidade	Critério
Replication Length	522	Minutes	Jornada real de 08:42
Number of Replications	5	-	Cinco rodadas simuladas
Base Time Units	Minutes	-	Tempos coletados em min
Warm-up Period	0	Minutes	Turno finito
Entity Type	Lote operacional	-	Agrupar O.S./caixas
Resource	Balança	1	Recurso crítico

- Run Setup > Replication Parameters
- Replication length: 522 | Time Units: Minutes
- Number of replications: 5 | Warm-up: 0
- Cenário atual: 30,45% de recusas
- Cenário proposto: 18,27% de recusas

Observação: para simulação por O.S. individual, coletar horário de chegada, início e fim de cada pesagem.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O passo a passo para reprodução no Arena é o seguinte: criar as entidades no módulo Create; inserir o processo agregado de separação e conferência; configurar a balança no módulo Resource com capacidade igual a 1; usar o módulo Process da pesagem com ação Seize-Delay-Release; inserir o módulo Decide com 30,45% de recusas; direcionar as recusas para o módulo de Correção/Retrabalho; retornar os itens corrigidos à pesagem; encaminhar os aprovados à expedição e ao Dispose; configurar Run Setup com 5 replicações, 522 minutos e unidade base em minutes; executar o cenário atual; duplicar o modelo para o cenário proposto e alterar a taxa de recusa para 18,27%, além de reduzir os tempos operacionais de correção conforme a melhoria proposta.

A modelagem possui uma limitação importante: os dados coletados estão consolidados e não apresentam horários individuais de chegada, início da pesagem, término da pesagem e saída de cada O.S. Por esse motivo, o modelo foi calibrado por lote operacional equivalente. Para uma simulação mais precisa em nível de O.S. individual, recomenda-se coletar os timestamps de cada ordem durante alguns turnos, permitindo ajuste estatístico no Input Analyzer do Arena.

3.3 Programa educacional e ciclo PDCA

A proposta de intervenção combina melhoria operacional e programa educacional interno. O programa é direcionado a operadores, separadores,

conferentes e líderes operacionais, com foco em padronização, conferência, uso correto da balança, prevenção de falhas, segurança e compreensão dos impactos logísticos do erro.

As ações previstas incluem DDS logístico, treinamentos rápidos por turno, procedimento operacional padrão, checklists visuais, reciclagens periódicas e acompanhamento pela liderança. A aplicação segue a lógica do ciclo PDCA: na etapa Plan, define-se a meta de redução de 40% das falhas; na etapa do, executam-se treinamento, padronização e reorganização do fluxo; na etapa Check, comparam-se os indicadores do cenário atual e do cenário simulado; e na etapa Act, consolidam-se os procedimentos e controles contínuos.

4 RESULTADOS

A simulação foi executada em dois cenários. O cenário atual representa a operação com os dados coletados, mantendo 30,45% de recusas, uma balança e jornada de 522 minutos. O cenário proposto representa a aplicação das ações de melhoria, com redução de 40% das falhas, o que diminui a taxa de recusa para 18,27%. Os resultados abaixo correspondem à média de 5 replicações simuladas.

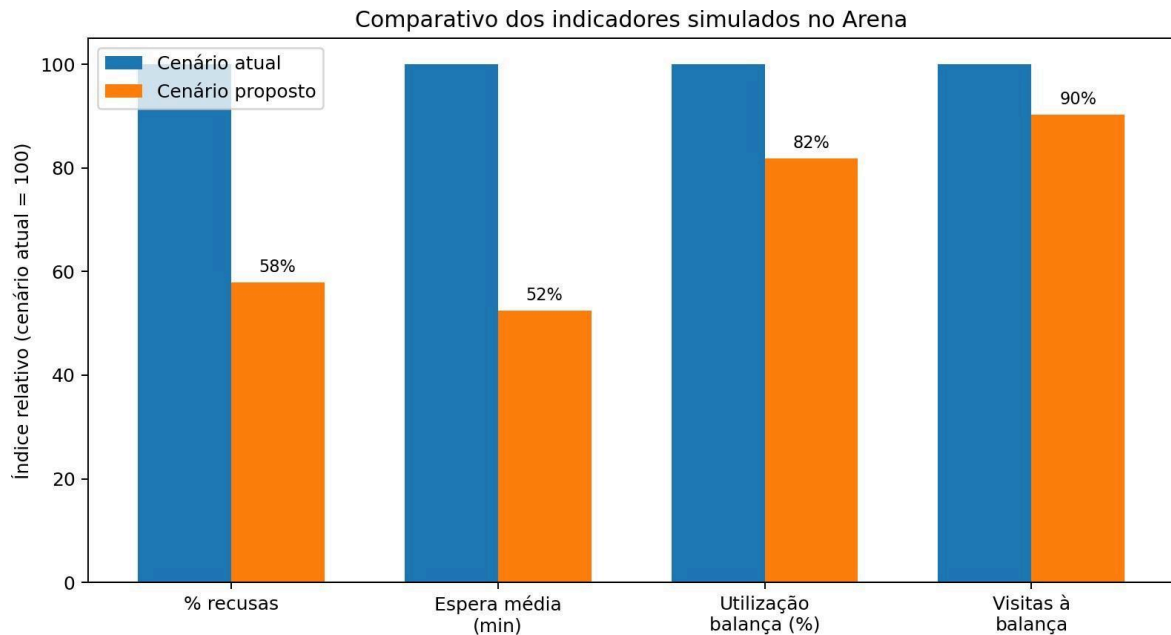
Tabela 4 – Resultado médio das replicações simuladas

Indicador	Cenário atual	Cenário proposto	Interpretação
O.S. equivalentes processadas	1.820	1.820	Mantém o mesmo volume operacional do turno
Recusas simuladas	30,09%	17,41%	Redução compatível com a meta de 40%
Tempo médio de espera na fila	3,01 min	1,58 min	Redução do tempo de espera antes da balança
Maior espera observada	13,18 min	9,89 min	Menor risco de acúmulo em horários de pico
Fila máxima observada	8,2 lotes	6,8 lotes	Redução do acúmulo físico antes da balança
Tempo médio de ciclo no sistema	6,78 min	3,84 min	Maior fluidez do processo após redução de retrabalho
Utilização da balança	78,81%	64,47%	Menor pressão sobre o recurso crítico
Visitas à balança	281	254	Menos retornos de retrabalho para repesagem

Tempo final simulado	520,61 min	514,75 min	Operação permanece dentro da jornada simulada
----------------------	------------	------------	---

Fonte: Elaborado pelos autores com base na simulação realizada a partir dos dados coletados (2026).

Figura 4 – Comparativo dos indicadores simulados



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados indicam que o gargalo não está relacionado apenas ao tempo de pesagem, mas ao conjunto de fatores que alimenta a balança: chegada concentrada de lotes, falhas de separação/conferência e necessidade de retrabalho. Quando a taxa de recusa é reduzida, o número de retornos para correção diminui, a fila perde intensidade, a balança passa a operar com menor saturação e a expedição ganha previsibilidade.

A comparação confirma a importância de tratar o gargalo de forma integrada. A melhoria de cadeia de suprimentos aparece na maior continuidade do fluxo; a movimentação e armazenagem são beneficiadas pela redução do acúmulo antes da balança; os custos logísticos tendem a cair pela diminuição de retrabalho e espera; a padronização operacional melhora a capacidade de resposta; e a simulação em Arena transforma essas relações em indicadores mensuráveis para apoiar a decisão gerencial.

5 DISCUSSÃO

Os resultados projetados indicam que o gargalo da pesagem possui impacto sistêmico na operação. Pela perspectiva da Gestão da Cadeia de Suprimentos, a redução de falhas tende a melhorar a integração entre separação, conferência, pesagem e expedição. Isso confirma a importância de analisar a restrição como parte de uma cadeia de atividades interdependentes, e não como problema isolado de equipamento.

Na perspectiva da Logística das Operações Globais, a proposta reforça padronização e responsividade. A redução de recusas contribui para maior previsibilidade do fluxo e melhor capacidade de resposta, fatores essenciais para uma distribuidora atacadista que lida com grande variedade de itens e necessidade de agilidade operacional.

Em Simulação em Logística, o principal ganho está na possibilidade de comparar cenários antes de modificar a operação real. O Arena permite analisar tempo médio de espera, tamanho de fila, taxa de utilização da balança e throughput, tornando a decisão mais fundamentada. Entretanto, a simulação possui limitações, pois depende das premissas adotadas para tempos de chegada, tempos de atendimento e taxa de recusas. Caso as distribuições não reflitam adequadamente a realidade, os resultados podem apresentar desvios.

Na disciplina de Movimentação e Armazenagem, a melhoria do processo de pesagem tende a reduzir retenções no fluxo físico, facilitar a circulação dos materiais e evitar acúmulo na etapa de expedição. Já na análise de Custos e Tarifas Logísticas, a redução de retrabalho e tempo ocioso pode gerar impactos significativos na eficiência operacional, ainda que este estudo não tenha realizado monetização detalhada dos custos.

A principal contribuição científica do trabalho está em demonstrar como gargalos logísticos em armazéns podem ser estudados por meio da integração entre diagnóstico operacional, indicadores quantitativos, simulação computacional e capacitação de pessoas. Essa abordagem amplia a análise para além do equipamento e mostra que a melhoria depende da interação entre processos, recursos e comportamento organizacional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o gargalo no processo de pesagem da Empresa Alfa a partir de uma perspectiva integrada entre gestão, operação, capacitação e simulação. O estudo demonstrou que a pesagem atua como recurso crítico da expedição e que, quando sua capacidade ou padronização não acompanha o fluxo de ordens de serviço, surgem filas, retrabalho, atrasos e perda de eficiência.

O objetivo geral foi atendido ao propor uma solução composta por reorganização operacional, programa educacional interno e modelagem no Arena com dados operacionais coletados. A análise indicou que, no turno analisado, foram processadas 1.820 O.S., com 30,45% de recusas e tempo médio de espera de 3 minutos antes da balança. Na simulação, a redução de 40% das falhas diminuiu a taxa de recusa para aproximadamente 18,27%, reduziu a espera média simulada de 3,01 para 1,58 minutos e diminuiu a utilização da balança de 78,81% para 64,47%.

Como contribuição prática, o estudo oferece uma proposta aplicável para reduzir falhas, organizar o fluxo e apoiar a tomada de decisão por indicadores. Como contribuição acadêmica, evidencia que a análise de gargalos logísticos pode ser fortalecida quando as disciplinas de cadeia de suprimentos, movimentação e armazenagem, custos, operações globais e simulação são tratadas de forma integrada em torno de um mesmo problema operacional.

As limitações concentram-se no uso de dados agregados, na ausência de monetização detalhada dos custos e nas simplificações adotadas na simulação. Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o período de coleta, validar as distribuições de tempo com medições reais, monetizar os ganhos obtidos e comparar os indicadores antes e depois da implementação das melhorias. Dessa forma, o estudo reforça que a combinação entre método acadêmico e aplicação prática pode gerar impactos significativos na eficiência operacional e no desenvolvimento de soluções logísticas sustentáveis.

7 REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 9788522432509.

CAMPOS, Vicente Falconi. Controle da qualidade total: no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

EMPRESA ALFA. Dados cadastrais e institucionais agregados. Documento interno consultado pelos autores, 2026.

EMPRESA ALFA. Missão, visão e valores. Material institucional consultado pelos autores, 2026.

EMPRESA ALFA. Informações sobre unidades operacionais. Material institucional consultado pelos autores, 2026.

DAVARZANI, Hoda; NORRMAN, Andreas. Toward a relevant agenda for warehousing research: literature review and practitioners' input. *Logistics Research*, [s. l.], v. 8, art. 1, 2015. DOI: 10.1007/s12159-014-0120-1.

FLYNN, Barbara B.; HUO, Baofeng; ZHAO, Xiande. The impact of supply chain integration on performance: a contingency and configuration approach. *Journal of Operations Management*, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 58-71, 2010.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia, práticas. São Paulo: Atlas, 2018. ISBN 9788597015775.

PAWLAK, Szymon; SATERNUS, Mariola; NOWACKI, Krzysztof. Application of discrete event simulation in the analysis of electricity consumption in logistics processes. *Energies*, [s. l.], v. 18, n. 17, art. 4580, 2025. DOI: 10.3390/en18174580.

PRAJOGO, Daniel I.; OLHAGER, Jan. Supply chain integration and performance: the effects of longterm relationships, information technology and sharing, and logistics integration. *International Journal of Production Economics*, [s. l.], v. 135, n. 1, p. 514-522, 2012.

SANTOS, David Soares dos et al. Capacitação de mão de obra para a logística 4.0 no Brasil: uma revisão de literatura sobre lacunas de habilidades e propostas de formação profissional. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, [s. l.], v. 17, n. 7, e8985, 2025. DOI: 10.55905/cuadv17n7-104. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10309683>. Acesso em: 15 mar. 2026.

SCHUTZ, Jérémie et al. A practical and sustainable approach to industrial engineering discrete-event simulation with free mathematical and programming software. *Sustainability*, [s. l.], v. 17, n. 9, art. 3973, 2025. DOI: 10.3390/su17093973.

SHETTY, Namrata; SAH, Bhawesh; CHUNG, Sung Hoon. Route optimization for warehouse order picking operations via vehicle routing and simulation. *SN Applied Sciences*, [s. l.], v. 2, art. 311, 2020. DOI: 10.1007/s42452-020-2076-x.

SÍRIO, Marcos Barros de Oliveira. Aplicação do ciclo PDCA visando a redução de perdas por descartes de matéria-prima na produção de envoltórios naturais. 2023. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38889>. Acesso em: 1 abr. 2026.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.