



Análise e Otimização do Processo de Delivery por Meio de Simulação por Eventos Discretos: Um Estudo de Caso no Setor Alimentício

Analysis and Optimization of the Delivery Process Through Discrete Event Simulation: A Case Study in the Food Sector

Brenda Ananias Bussolo

(FATEC JAHU).

Renan Rodrigues Vile

(FATEC JAHU)

Evandro Antonio Bertolucci

Orientador Prof. (Fatec Jahu)

Roberto Santos

Orientador Prof. (Fatec Jahu)

Resumo: O presente estudo analisa a otimização de fluxos operacionais em um sistema logístico integrado, abrangendo as etapas de chegada de clientes, atendimento, separação e conferência de pedidos. O estudo utiliza a simulação de eventos discretos como base metodológica para identificar gargalos e avaliar a eficiência na alocação de recursos humanos. Por meio da modelagem de dados estatísticos reais, foi possível testar diferentes cenários de redistribuição de pessoal e ajustes em lógicas de processamento. Os resultados indicam que a eliminação de ociosidades e o ajuste preciso das equipes por setor promovem uma melhora significativa no aproveitamento dos funcionários, reduzindo o tempo de ciclo (lead time) e aumentando a produtividade global da operação. A pesquisa conclui que a simulação computacional é uma ferramenta estratégica indispensável para a tomada de decisões, permitindo ganhos de eficiência sem a necessidade de investimentos físicos imediatos, elevando o nível de serviço e a lucratividade organizacional.

Palavras-chave: simulação de processos; logística; aproveitamento de recursos; arena; eficiência operacional.

Abstract: This study analyzes the optimization of operational flows in an integrated logistics system, encompassing the stages of customer arrival, service, order picking, and order verification. The study uses discrete event simulation as a methodological basis to identify bottlenecks and evaluate the efficiency in the allocation of human resources. Through the modeling of real statistical data, it was possible to test different scenarios of personnel redistribution and adjustments in processing logics. The results indicate that the elimination of idle time and the precise adjustment of teams by sector promote a significant improvement in employee utilization, reducing cycle time (lead time) and increasing the overall productivity of the operation. The research concludes that computational simulation is an indispensable strategic tool for decision-making, allowing efficiency gains without the need for immediate physical investments, raising the level of service and organizational profitability.

Keywords: process simulation; logistics; resource utilization; arena; operational efficiency.

INTRODUÇÃO

O serviço de delivery consolidou-se como uma das principais estratégias competitivas do setor alimentício, impulsionado pela busca dos consumidores por praticidade, rapidez e conveniência. Com a expansão do comércio digital e o crescimento do uso de aplicativos de entrega, empresas passaram a depender cada vez mais de operações logísticas eficientes para garantir qualidade no atendimento e agilidade nas entregas.

De acordo com dados do Sebrae (2020), a crise sanitária gerou um impacto devastador, fazendo com que a maioria dos pequenos negócios brasileiros registrasse queda brusca no faturamento e precisasse recorrer a paralisações temporárias. Com isso, a pandemia de COVID-19 acelerou significativamente esse processo, ampliando a demanda por serviços de entrega e exigindo maior capacidade operacional das organizações. Nesse contexto, fatores como tempo de resposta, balanceamento de recursos, redução de filas e eliminação de gargalos tornaram-se fundamentais para a competitividade empresarial.

Apesar do crescimento do setor, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades relacionadas ao fluxo operacional interno, especialmente em etapas como atendimento, separação, conferência e expedição de pedidos. A presença de gargalos nessas atividades pode aumentar o lead time, gerar custos adicionais e comprometer a satisfação do cliente.

Diante desse cenário, o presente estudo analisa o processo de delivery de uma empresa do setor alimentício localizada na região de Jaú/SP, utilizando modelagem e simulação por eventos discretos no software Arena.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo geral analisar o processo de delivery da empresa, utilizando modelagem e simulação por eventos discretos no software Arena, com a finalidade de identificar gargalos operacionais e propor melhorias voltadas à otimização do fluxo logístico e ao aumento da eficiência operacional, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 — Desdobramento dos Objetivos Específicos e Resultados Esperados.

Item	Objetivo Específico	Etapa Operacional	Resultado Esperado
a)	Mapear e descrever o fluxo completo do processo de delivery.	Recebimento até a expedição do pedido.	Criação do fluxograma real do sistema logístico.
b)	Diagnosticar falhas e ineficiências operacionais.	Análise de gargalos e tempos de resposta.	Identificação exata dos pontos de atraso e filas.

Item	Objetivo Específico	Etapa Operacional	Resultado Esperado
c)	Avaliar a satisfação dos consumidores de forma indireta.	Monitoramento dos tempos de atendimento.	Diagnóstico do impacto do tempo de espera no cliente.
d)	Aplicar modelagem e simulação por eventos discretos.	Configuração de cenários no software Arena.	Reprodução fiel do cenário real da empresa.
e)	Propor recomendações operacionais e alocação de recursos.	Ajustes na equipe e redução de tempos.	Diminuição do lead time e aumento da eficiência.
f)	Demonstrar o potencial da simulação computacional.	Apoio quantitativo à tomada de decisão.	Comprovação de melhorias sem gastos estruturais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Por fim, o estudo busca contribuir para o aprimoramento da gestão do delivery e evidenciar a aplicabilidade da modelagem e simulação como suporte quantitativo à melhoria contínua em operações logísticas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A eficiência operacional em sistemas de delivery está diretamente relacionada ao equilíbrio entre demanda, capacidade de atendimento e utilização adequada dos recursos disponíveis. Segundo Ballou (2006), a logística empresarial envolve o gerenciamento integrado dos fluxos de produtos e informações, buscando elevar o nível de serviço ao cliente com o menor custo operacional possível. Nesse contexto, gargalos operacionais representam restrições capazes de limitar o desempenho global do sistema, provocando filas, aumento do tempo de espera e redução do nível de serviço.

Nesse contexto, a simulação por eventos discretos destaca-se como uma ferramenta relevante para análise e otimização de processos logísticos. De acordo com Banks *et al.* (2010), esse método permite representar o comportamento dinâmico de sistemas reais, possibilitando a avaliação de tempos de processamento, utilização de recursos e formação de filas em diferentes cenários operacionais.

O software Arena é amplamente utilizado em estudos acadêmicos e empresariais devido à sua capacidade de modelar sistemas produtivos e logísticos de forma visual e intuitiva. Conforme Prado (2014), a ferramenta possibilita testar alterações operacionais antes de sua implementação prática, reduzindo riscos e aumentando a confiabilidade das decisões.

Além disso, a utilização de indicadores de desempenho, como lead time, taxa de utilização dos recursos e tempo médio de espera, contribui para o monitoramento contínuo das operações e para a identificação de oportunidades de melhoria. Segundo Chiavenato (2014), a eficiência operacional está diretamente relacionada

à melhor utilização possível dos recursos disponíveis para o alcance dos objetivos organizacionais. Dessa forma, a simulação computacional torna-se um importante instrumento de apoio à tomada de decisão em ambientes logísticos complexos.

ESTUDO DE CASO

A pesquisa analisou o processo de delivery na matriz de uma empresa do ramo alimentício em Jaú/SP. Com o suporte dos colaboradores, foram mapeadas as fases operacionais desde a chegada do pedido até a expedição. As medições cronometradas ocorreram ao longo de 10 dias em horários e períodos variados do mês para registrar as oscilações do sistema.

Após a consolidação dos dados coletados, foi elaborado o fluxograma do processo de delivery, permitindo a visualização detalhada do fluxo operacional e dos tempos associados a cada etapa. Na sequência, realizou-se a modelagem computacional com o auxílio do software Arena, por meio da qual foi possível reproduzir o comportamento do sistema real.

A simulação contemplou as etapas de chegada do cliente, atendimento, separação do pedido, conferência e expedição, possibilitando a análise do tempo de permanência em cada setor, a identificação de filas e a detecção de possíveis gargalos operacionais.

Para tal desafio, primeiramente, foram mapeadas as etapas do processo de delivery e atendimento ao cliente, originadas no departamento comercial da empresa, bem como foram definidos os dados para inputs no software Arena. Essas informações podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Etapas do processo de delivery e atendimento ao cliente.

Etapas	Breve descritivo
Chegada do pedido	Os clientes chegam para serem atendidos.
Primeiro atendimento ao cliente	Mostra para o cliente o catálogo de produtos que a empresa fornece.
Triagem inicial	Monta o pedido do cliente com base na escolha do cliente e emite a OS.
Separação do pedido	Equipe responsável pela separação dos produtos de acordo com a OS.
Conferência	Equipe que faz a conferência dos produtos separados pela equipe de separação.
Expedição.	Processo final de carregamento para seguir rumo à entrega ao cliente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Com base nos dados do quadro acima, podemos identificar um breve detalhamento sobre as atividades desenvolvidas em cada etapa do processo.

Posteriormente, foi realizada uma coleta de dados durante o mês de outubro de 2025, como pode ser observado na Tabela 1, na qual foram levantados os tempos de duração de cada processo, com a finalidade de encontrar possíveis gargalos que possam interferir na eficiência do processo como um todo, podendo contribuir de forma negativa para o desenvolvimento da empresa.

Tabela 1 – Datas e horários das coletas de tempo do processo de delivery.

COLETA	DATA	HORÁRIO	PERÍODO OPERACIONAL OBS
1	01/10/2025	10:00	Primeiro dia do mês
2	03/10/2025	14:00	Início do mês
3	06/10/2025	09:30	5º dia útil (pagamento)
4	07/10/2025	11:00	Pós pagamento
5	08/10/2025	10:30	Pós pagamento
6	20/10/2025	10:00	Período de vale
7	21/10/2025	13:30	Período de vale
8	22/10/2025	09:00	Período de vale
9	29/10/2025	10:00	Final de mês
10	30/10/2025	15:00	Final de mês

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após a consolidação dos dados e a elaboração do fluxograma operacional, foi realizada a modelagem computacional utilizando o software Arena. Esta ferramenta permitiu a simulação de eventos discretos para reproduzir o comportamento do sistema real e estimar a probabilidade de diferentes cenários.

A simulação contemplou as etapas de chegada do cliente, atendimento, separação do pedido, conferência e expedição, possibilitando a análise do tempo de permanência em cada setor, a identificação de filas e a detecção de possíveis gargalos operacionais.

Figura 1 - Modelagem do processo completo



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do software Arena (2026).

Processo de Análise

A análise do sistema foi conduzida por meio de indicadores de desempenho obtidos na simulação, com foco no tempo médio de permanência do pedido no sistema, tempo de fila por etapa, taxa de utilização dos recursos e capacidade de atendimento. Inicialmente, foi realizada a verificação e validação do modelo para assegurar a consistência lógica e estatística da simulação. Em seguida, procedeu-se à identificação de possíveis gargalos operacionais, considerando como

críticos os setores que apresentavam elevados tempos de espera e alta taxa de ocupação. A partir desse diagnóstico, foram estruturados cenários alternativos de melhoria com base em ajustes operacionais, sem alterações estruturais imediatas, permitindo avaliar o impacto de mudanças de priorização, balanceamento de fluxo e redistribuição de recursos.

Como indicado na Figura 2, o cenário atual foi modelado a partir dos dados coletados ao longo de dez dias operacionais em diferentes períodos do mês, buscando capturar a variabilidade da demanda. O fluxo considerado compreende as etapas de chegada do pedido, primeiro atendimento, separação, conferência e expedição.

Os dados coletados foram analisados estatisticamente com auxílio do Input Analyzer do Arena, permitindo a definição das distribuições probabilísticas mais aderentes ao comportamento do sistema. As simulações foram executadas em múltiplas replicações para garantir maior confiabilidade dos resultados.

Figura 2 – Etapas do processo, e os tempos de execução.

The figure displays four screenshots of the Arena software interface, showing the configuration of different process steps:

- Top Left: Create Dialog**
 - Name: CHEGADA DE CLIENTE
 - Entity Type: Entity 1
 - Time Between Arrivals: Type: Random (Expo), Value: 4,5, Units: Minutes
 - Entities per Arrival: 1, Max Arrivals: Infinite, First Creation: 0.0
- Top Right: Process Dialog (ATENDIMENTO AO CLIENTE)**
 - Name: ATENDIMENTO AO CLIENTE
 - Type: Standard
 - Logic: Action: Seize Delay Release, Priority: Medium(2)
 - Resources: Resource: JAGUELINE, 1; Resource: ELISA, 1; Resource: RAISSA, 1; Resource: JENFER, 1
 - Delay Type: Expression: 1.5 + 14 * BETA(1.24, 1.03), Units: Minutes, Allocation: Value Added
 - Report Statistics:
- Bottom Left: Process Dialog (CONFERÊNCIA DOS PEDIDOS)**
 - Name: CONFERÊNCIA DOS PEDIDOS
 - Type: Standard
 - Logic: Action: Seize Delay Release, Priority: Medium(2)
 - Resources: Resource: LAIS, 1; Resource: SHARLENE, 1
 - Delay Type: Expression: 0.5 + EXPO(3.9), Units: Minutes, Allocation: Value Added
 - Report Statistics:
- Bottom Right: Process Dialog (SEPARAÇÃO DE PEDIDO)**
 - Name: SEPARAÇÃO DE PEDIDO
 - Type: Standard
 - Logic: Action: Seize Delay Release, Priority: Medium(2)
 - Resources: Resource: CAIO, 1; Resource: JULIO, 1; Resource: VINICIUS, 1
 - Delay Type: Expression: 0.5 + EXPO(2.9), Units: Minutes, Allocation: Value Added
 - Report Statistics:

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do software Arena (2026).

Após a modelagem ser implementada no software e executada, foram obtidos os seguintes resultados.

Figura 3 - Resultado da simulação do processo atual.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do software Arena (2026).

Com base na figura 3, nos resultados obtidos na simulação do cenário atual da empresa, foi identificado um gargalo significativo no processo de atendimento ao cliente. Tal limitação ocorre porque essa etapa exige maior tempo de execução e maior dedicação dos colaboradores em comparação às demais atividades do fluxo operacional.

Como consequência, observa-se a formação de filas de clientes aguardando atendimento, enquanto colaboradores responsáveis por etapas subsequentes do processo permanecem ociosos, uma vez que dependem da finalização do atendimento para dar continuidade às operações. Além disso, ao final do expediente, torna-se frequentemente necessário o cumprimento de horas extras para que a empresa consiga atender à demanda acumulada em decorrência dos atrasos gerados ao longo do dia.

Esse cenário resulta em custos operacionais adicionais e desnecessários, impactando diretamente o custo total do processo de delivery. Ademais, a ineficiência no fluxo de atendimento afeta negativamente os resultados organizacionais e o nível de satisfação dos clientes, visto que o tempo elevado de espera pode levar à desistência da compra, criando oportunidades para que empresas concorrentes atendam essa demanda.

Propostas de Melhoria

A partir do diagnóstico obtido no cenário atual e das análises conduzidas no modelo de simulação, foram estruturadas as seguintes propostas de melhoria:

Reforço da equipe em horários de pico

Propõe-se a adição de um colaborador na etapa de atendimento ao cliente, elevando a capacidade do setor. Paralelamente, foram simuladas reduções nos tempos médios de:

Atendimento, separação e conferência de pedidos

O objetivo foi verificar o impacto dessas alterações no comportamento global do sistema. Padronização e otimização do atendimento.

Recomenda-se a implementação de um roteiro padronizado de atendimento, com etapas claras e objetivas, visando:

Reduzir retrabalhos, aumentar a velocidade de resposta, garantir maior uniformidade operacional. Treinamentos periódicos são indicados como mecanismo de sustentação da melhoria.

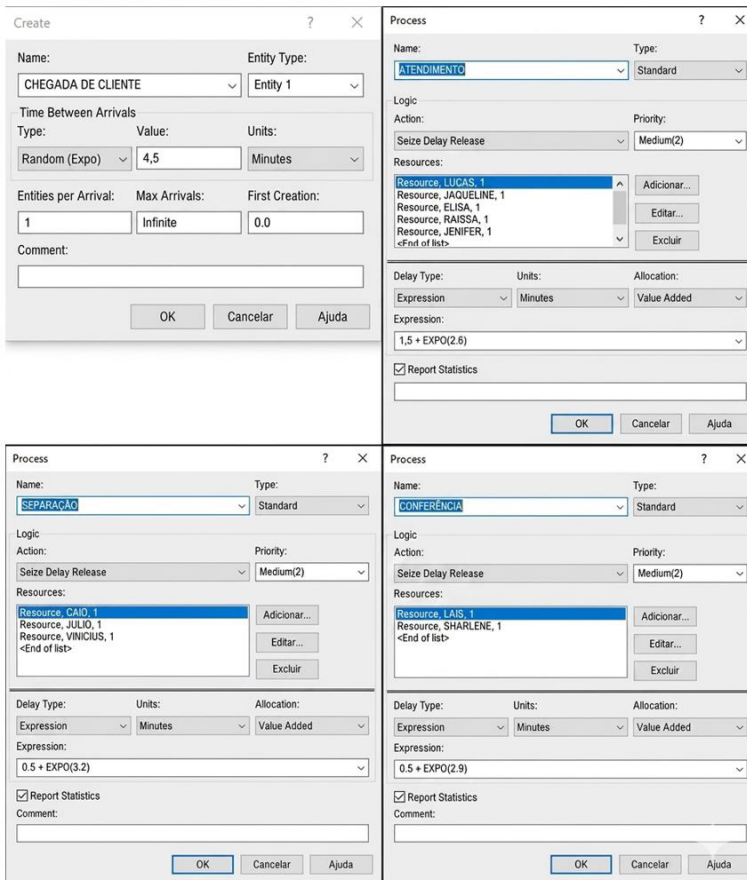
Quadro 3 - Implantação de Indicadores de Desempenho (KPIs).

Indicador Recomendado para Monitoramento Contínuo
Tempo médio de atendimento
Tempo de separação
Produtividade por colaborador
Tempo total do pedido (lead time)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O acompanhamento sistemático permite ações corretivas mais rápidas e orientadas por dados.

Figura 4 - Etapas do processo, e os tempos de execução após implementar as ações sugeridas.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do software Arena (2026).

Com base na figura 4, após implementarmos as propostas de melhorias, que são elas: a adição de um colaborador no setor de atendimento, padronização

de processos, implantação de indicadores de desempenho (KPIs) e treinamento contínuo da equipe, para aperfeiçoamento dos processos, obteve-se uma nova configuração operacional da equipe. Realizamos novamente a simulação do processo e obtivemos os seguintes resultados:

Figura 5 - Resultado da simulação após implementar as propostas de melhoria.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do software Arena (2026).

Após a implementação das melhorias propostas — incluindo a adição de um colaborador no atendimento e a redução dos tempos médios das etapas críticas — foi realizada nova simulação no software Arena. Os resultados evidenciados pela figura 5 mostram uma melhora significativa no desempenho do sistema.

Com a expansão para três atendentes, o sistema equilibrou a absorção da demanda, o que reduziu substancialmente o tempo de espera e extinguiu a formação de filas nessa etapa.

A etapa de expedição manteve comportamento estável e sem formação de gargalos, indicando adequado balanceamento do sistema após as intervenções.

Como consequência, observou-se redução expressiva do lead time total, compreendido como o tempo decorrido entre a chegada do pedido e sua expedição.

- Redução estatisticamente relevante do tempo de espera no atendimento.
- Diminuição do tempo total do pedido.
- Aumento da capacidade efetiva do sistema.
- Melhoria do nível de serviço ao cliente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no software Arena permitiram comparar o cenário atual da empresa com o cenário proposto após a implementação das melhorias operacionais. A análise evidenciou redução significativa nos tempos médios de atendimento, separação e conferência, além de aumento expressivo da quantidade de pedidos expedidos.

A principal melhoria observada foi a eliminação do gargalo no atendimento ao cliente, etapa que anteriormente concentrava elevados tempos de espera e ocasionava formação de filas. Segundo Goldratt (1994), o desempenho de um sistema está diretamente associado à sua restrição principal, tornando essencial a identificação e eliminação dos gargalos operacionais para o aumento da eficiência global do processo.

Com a inclusão de um colaborador adicional e a padronização dos processos, o fluxo operacional tornou-se mais equilibrado e eficiente. Conforme Ishikawa (1993), a melhoria contínua dos processos contribui diretamente para o aumento da qualidade operacional e da satisfação do consumidor, fatores essenciais para operações logísticas competitivas.

Também foi identificado melhor aproveitamento dos recursos humanos. No cenário inicial, alguns operadores apresentavam utilização próxima da capacidade máxima, indicando sobrecarga operacional. Após as melhorias, os níveis de utilização permaneceram mais equilibrados, reduzindo a ociosidade e aumentando a estabilidade do sistema.

Outro resultado relevante foi a redução do lead time total do processo, contribuindo diretamente para a melhoria do nível de serviço ao cliente e para a diminuição de custos operacionais. Conforme Ballou (2006), a logística eficiente busca disponibilizar o produto certo, no tempo certo e ao menor custo possível, objetivo que se aproxima dos resultados obtidos após as melhorias implementadas no sistema analisado.

Além disso, a redução do WIP demonstrou maior controle do fluxo de pedidos e menor acúmulo entre as etapas do processo.

Os resultados confirmam a importância da simulação computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão, permitindo testar cenários e avaliar melhorias sem interferir diretamente na operação real.

Tabela 2 - Comparação entre o cenário atual e o cenário proposto.

Indicador Operacional	Cenário Atual	Cenário Proposto	Resultado Obtido
Quantidade de atendentes	4 colaboradores	5 colaboradores	Aumento da capacidade operacional
Formação de filas no atendimento	Elevada	Praticamente eliminada	Redução do tempo de espera
Tempo médio de atendimento	Alto	Reduzido	Maior agilidade operacional
Lead time total do processo	Elevado	Reduzido	Melhoria do fluxo logístico
Utilização dos recursos humanos	Desbalanceada	Equilibrada	Redução da ociosidade e sobrecarga
Horas extras operacionais	Frequentes	Reduzidas	Diminuição de custos operacionais
Nível de serviço ao cliente	Comprometido	Melhorado	Aumento da satisfação do cliente
Gargalos operacionais	Atendimento ao cliente	Não identificado criticamente	Melhor balanceamento do sistema
Produtividade operacional	Limitada	Ampliada	Maior quantidade de pedidos expedidos

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Tabela 2 apresenta a comparação entre o cenário operacional atual da empresa e o cenário proposto após a implementação das melhorias identificadas por meio da simulação computacional. Os resultados demonstram que a adição de um colaborador no setor de atendimento, aliada à padronização dos processos e ao monitoramento por indicadores de desempenho, proporcionou melhorias significativas no fluxo operacional. Observou-se redução do lead time total, eliminação de gargalos no atendimento, melhor balanceamento dos recursos humanos e aumento da produtividade do sistema. Além disso, as alterações implementadas contribuíram para a redução de custos operacionais e para a melhoria do nível de serviço oferecido aos clientes, evidenciando a eficácia da simulação por eventos discretos como ferramenta de apoio à tomada de decisão logística.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu analisar o processo de delivery de uma empresa do setor alimentício por meio da modelagem e simulação por eventos discretos no software Arena. A partir do mapeamento das etapas operacionais, foi possível identificar gargalos, avaliar o desempenho do sistema e propor melhorias voltadas ao aumento da eficiência operacional.

Os resultados demonstraram que o setor de atendimento representava a principal restrição do processo, ocasionando filas, aumento do lead time e redução da produtividade. Com a implementação das melhorias propostas, observou-se redução significativa dos tempos de espera, melhor balanceamento dos recursos e aumento da capacidade operacional.

A pesquisa também evidenciou que a simulação computacional constitui uma ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisão, permitindo avaliar alterações operacionais com menor risco e maior previsibilidade. Conforme Davenport (2006), organizações que utilizam dados e análises quantitativas possuem maior capacidade de tomar decisões assertivas e alcançar vantagens competitivas sustentáveis.

Por fim, conclui-se que pequenas mudanças operacionais, quando orientadas por análises quantitativas, podem gerar ganhos expressivos de produtividade, redução de custos e melhoria no nível de serviço ao cliente.

REFERÊNCIAS

- BANKS, Jerry *et al.* **Discrete-event system simulation**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- PRADO, Darci. **Usando o Arena em simulação**. 5. ed. Belo Horizonte: Falconi, 2014.
- SEBRAE. **Os impactos da pandemia nos pequenos negócios**. Brasília: SEBRAE, 2020.

ROCKWELL AUTOMATION. **Arena Simulation Software**. Versão 16.20.02. Sewickley, PA, 2024.

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

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

DAVENPORT, Thomas H. **Competing on analytics: the new science of winning**. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A meta**. São Paulo: Educator, 1994.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.