

# Otimização da Eficiência Operacional no Processo de *Picking*: Estudo de Caso em um Centro de Distribuição Farmacêutico

*Optimizing Operational Efficiency in the Picking Process: A  
Case Study in a Pharmaceutical Distribution Center*

*Optimización de la Eficiencia Operativa en el Proceso de  
Picking: Estudio de Caso en un Centro de Distribución  
Farmacéutica*

Gabriel Ribeiro Landin<sup>1</sup>

[gabriel.landin@fatec.sp.gov.br](mailto:gabriel.landin@fatec.sp.gov.br)

Filipe Alves da Silva<sup>1</sup>

[filipe.silva61@fatec.sp.gov.br](mailto:filipe.silva61@fatec.sp.gov.br)

Roberto Ramos de Moraes<sup>1</sup>

[roberto.morais@fatec.sp.gov.br](mailto:roberto.morais@fatec.sp.gov.br)

Rafael Cavalcanti Bizerra<sup>1</sup>

[rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br](mailto:rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br)

## Palavras-chave:

Processos.  
Logística.  
Melhoria.  
Simulação.  
Mapeamento.

## Keywords:

Processes.  
Logistics.  
Improvement.  
Simulation.  
Mapping.

## Palabras clave:

Procesos.  
Logística.  
Mejora.  
Simulación.  
Mapeo.

## Enviado em:

15 novembro, 2023

## Apresentado em:

05 dezembro, 2023

## Publicado em:

29 setembro, 2024

## Evento:

6º EnGeTec

## Local do evento:

Fatec Zona Leste

## Avaliadores:

Aline Costa Florêncio  
Sandra Helena da Silva  
de Santis



## Resumo:

As restrições de deslocamento impostas pelas autoridades com finalidade de reduzir a velocidade de contágio da Covid-19, ocorridas entre os anos de 2020-2022, acelerou o processo de delivery no país. Com isso, cresceu também a busca por formas de otimização dos processos internos em centros de distribuição. Entretanto, muitas empresas ainda não possuem a cultura de mapear os seus processos, nem buscam entender por meio de método científico onde melhorias podem ser aplicadas. Nesse artigo será demonstrado como a simulação pode auxiliar empresas a entenderem seus processos e identificar onde devem ser feitas mudanças a fim de melhorar seus indicadores. Para endossar a pesquisa, foi escolhido um centro de distribuição farmacêutico que atua em entregas *last-mile*. O software utilizado na simulação dos processos internos será o Arena. Com o levantamento de dados quantitativos e mapeamento dos processos existentes, o intuito é verificar os problemas que atrasam o fluxo do processo e testar cenários alternativos por meio da simulação. Ao comparar os resultados, ficou evidente que os processos do centro de distribuição possuem gargalos que geram filas e dificultam o fluxo contínuo do pedido, desde o *picking* até a expedição, permitindo que soluções fossem testadas simulando novos cenários. A partir do presente artigo, é possível afirmar que muitas vezes existem empecilhos que dificultam o melhor fluxo de processos, e que esses poderiam ser corrigidos facilmente se fossem detectados antes de um prejuízo maior, a fim de maximizar a excelência operacional e garantir a satisfação do consumidor final.

## Abstract:

The travel restrictions imposed by the authorities with the aim of reducing the speed of Covid-19 contagion, which occurred between the years 2020-2022, accelerated the delivery process in the country. As a result, the search for ways to optimize internal processes in distribution centers has also grown. However, many companies still do not have the culture of mapping their processes, nor do they seek to understand through the scientific method where improvements can be applied. This article will demonstrate how simulation can help companies understand their processes and identify where changes should be made in order to improve their indicators. For the case study, a pharmaceutical distribution center that operates in last-mile deliveries was chosen. The software used to simulate internal processes will be Arena. By collecting quantitative data and mapping existing processes, the aim is to verify the problems that delay the process flow and test alternative scenarios through simulation. When comparing the results, it became clear that the distribution center processes have bottlenecks that generate queues and hinder the continuous flow of orders, from picking to shipping, allowing solutions to be tested by simulating new scenarios. From this article, it is possible to state that there are often obstacles that hinder the best process flow, and that these could be easily corrected if they were detected before a major loss occurs, in order to maximize operational excellence and ensure end consumer satisfaction.

## Resumen:

Las restricciones de viaje impuestas por las autoridades con el fin de reducir la velocidad de contagio del Covid-19, ocurridas entre los años 2020-2022, aceleraron el proceso de entrega en el país. Como resultado, también ha crecido la búsqueda de formas de optimizar los procesos internos en los centros de distribución. Sin embargo, muchas empresas aún no tienen la cultura de mapear sus procesos, ni buscan entender a través del método científico dónde se pueden aplicar mejoras. En este artículo, se demostrará cómo la simulación puede ayudar a las empresas a comprender sus procesos e identificar dónde se deben realizar cambios para mejorar sus indicadores. Para apoyar la investigación, se eligió un centro de distribución farmacéutica que opera en entregas de última milla. El software utilizado en la simulación de procesos internos será Arena. Con la recopilación de datos cuantitativos y el mapeo de los procesos existentes, se pretende verificar los problemas que retrasan el flujo del proceso y probar escenarios alternativos a través de la simulación. Al comparar los resultados, se evidenció que los procesos del centro de distribución tienen cuellos de botella que generan colas y dificultan el flujo continuo del pedido, desde el *picking* hasta el envío, lo que permite probar soluciones simulando nuevos escenarios. A partir de este artículo, es posible afirmar que a menudo existen obstáculos que dificultan el mejor flujo de los procesos, y que estos podrían corregirse fácilmente si se detectaran antes de una pérdida mayor, con el fin de maximizar la excelencia operativa y asegurar la satisfacción del consumidor final.

<sup>1</sup> FATEC Zona Leste

## 1. Introdução

A logística desempenha um papel fundamental na eficiência e competitividade de qualquer cadeia de suprimentos. Em particular, os centros de distribuição, como elos cruciais nessa cadeia, enfrentam desafios complexos para garantir a rápida e precisa entrega de produtos essenciais aos consumidores. A otimização desses processos logísticos torna-se não apenas uma necessidade, mas também uma oportunidade valiosa para aprimorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

Atualmente, os centros de distribuição enfrentam um desafio significativo em relação à eficiência operacional, especialmente na etapa crítica da separação de pedidos. A complexidade e urgência associadas à distribuição de produtos acabados demandam processos ágeis e precisos. No entanto, a identificação de gargalos e a implementação de melhorias neste contexto são frequentemente desafiadoras.

Para Pradella *et al.* (2012), as organizações que quiserem elevar seus níveis de produtividade e melhorar seus indicadores na era da informação, devem utilizar metodologias de análise e redesenho de processos que embasem estratégias e avanços e contribuam para o aumento da competitividade frente à concorrência, garantindo que prosperem por meio de uma metodologia que seja capaz de representar e traduzir os objetivos da organização em metas mensuráveis, por meio de processos consistentes, a fim de agregar valor ao cliente final e aos agentes do processo.

Nesse caso, a metodologia escolhida para analisar e redesenhar processos é a simulação, que de acordo com a Paragon (2005), por se tratar de um método de estudo de baixo custo, visto que todo o trabalho de implementação das mudanças é realizado por meio de computador, sem necessidade de interferência no processo real, e permitindo ainda que sejam testados inúmeros cenários alternativos.

Este estudo tem por objetivo abordar o problema da falta de mapeamento dos processos em organizações que, por não saberem onde realmente estão os seus gargalos e se basearem somente no método empírico, deixando de lado o método científico, acabam por se tornarem menos produtivas e competitivas diante do cenário de concorrência cada vez maior.

Para demonstração, foi escolhido um centro de distribuição (CD) farmacêutico que conta com aproximadamente 18 mil SKUs em estoque e está localizado na zona oeste da cidade de São Paulo. Através da simulação no software Arena, serão exploradas possibilidades de intervenções no processo vigente, visando aprimorar a eficiência e a precisão na separação de pedidos. Ao fazê-lo, busca-se não apenas apresentar soluções operacionais para um caso específico, mas também fornece uma abordagem abrangente para transformar e aprimorar a distribuição de produtos essenciais.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Logística e Distribuição

É possível definir a logística como uma área estratégica da gestão empresarial que abrange o planejamento, execução e controle de todas as atividades relacionadas à aquisição, produção, armazenagem e distribuição de bens e serviços. Seu objetivo primário é otimizar o fluxo de materiais, informações e recursos, visando atender às necessidades dos clientes de forma eficiente e econômica, garantindo, assim, a competitividade e a sustentabilidade das organizações.

Ballou (2006) define a logística como sendo um processo que tem por finalidade disponibilizar todos os bens e serviços aos consumidores onde e quando estes quiserem adquiri-los. Dessa forma, a logística seria o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências do cliente.

Para tal, é preciso que os processos logísticos estejam devidamente alinhados a fim de garantir a rapidez e agilidade no escoamento da cadeia de suprimentos de modo que o produto, o serviço ou a

informação possam chegar ao destino combinado sem que o consumidor se sinta lesado durante o processo.

Na mesma linha segue Bertaglia (2016), que entende a importância do processo de distribuição e reconhece que esse tem sido foco das organizações atuais, uma vez que seus custos são altos e as oportunidades são muitas. Ele associa a distribuição ao movimento de material de um ponto de produção ou armazenagem até o cliente, e dentre as funções que esse processo abrange, estão a gestão e o controle de estoque; o manuseio de produtos; e a administração de pedidos.

É evidente que o processo logístico possui grande importância em qualquer cadeia de suprimentos. E por se tratar de um processo que gera somente custos, é necessário que as organizações se atentem às oportunidades e busquem constante melhoria a fim de evitar prejuízos.

## 2.2. OPERAÇÃO DE PICKING

Segundo De Koster *et al.* (2007), o objetivo do processo de *picking* é maximizar o nível de serviço, sendo sujeito às restrições de recursos, como: mão de obra, equipamentos e capital. O nível de serviço está relacionado à variância do tempo de entrega, integridade e acuracidade do pedido. Sendo assim, a eficiência desse processo impacta diretamente no serviço aos clientes e sua satisfação.

Importante salientar a variância do tempo de entrega e pensar que assim que o cliente faz sua solicitação, o tempo já começa a correr. Isso requer que as organizações olhem não somente para formas de otimizar a entrega e o transporte dos pedidos, mas também para seus processos internos, antes que o pedido seja expedido.

Gontijo (2012), atribui a complexidade do processo de *picking* a alguns fatores importantes, como desperdícios de estoque, movimento, transporte, layout e espera, que fazem com que o tempo para realização desse processo seja muito alto, o que reduz a produtividade e aumenta o lead time de entrega, impactando no nível de serviço ao consumidor.

Para o presente artigo, o tempo de espera é um dos principais fatores a serem analisados, visto que aqui será feito uso da simulação e da "teoria das filas", uma abordagem matemática que estuda por meio de fórmulas o comportamento de sistemas onde entidades, como clientes em um estabelecimento ou pedidos em um sistema, aguardam por serviço, atendimento ou processamento em uma fila, que se assumirem valores além dos adequados, passam a constituir gargalos (PRADO, 2022).

Ter visibilidade dos indicadores de desempenho dentro do estoque em relação ao processo de *picking* pode ser um posto-chave para que um pedido não atrase e atenda às exigências do cliente.

Para De Koster *et al.* (2007), por estas razões, os profissionais de armazenamento consideram a separação de pedidos como a área de maior prioridade para melhorias de produtividade.

## 2.3. SIMULAÇÃO

A simulação é o processo de imitar o funcionamento ou comportamento de um sistema, processo ou fenômeno no mundo real usando um modelo ou representação computacional. Ela pode ser usada para estudar cenários hipotéticos, treinar pessoal, otimizar processos e tomar decisões informadas, a fim de entender, prever ou testar o desempenho de sistemas complexos.

O conceito mais aceito atualmente é enfatizado por Prado (2014, p. 354): "simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital".

O Arena é um dos softwares que se enquadram nessa categoria de simulação computacional de processos.

Para Prado (2014), o Arena é um ambiente gráfico completo que combina os recursos de modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e avaliação de resultados. Ele integra as capacidades de uma linguagem de simulação com a facilidade de utilização de um simulador em um ambiente gráfico unificado.

Prado (2014, p. 388) define o Arena como “um conjunto de blocos (ou módulos) que são utilizados para se descrever uma aplicação real”. Os módulos compõem a formação da modelagem que faz uso de *templates*, conjunto de elementos que ajudam a desenhar um fluxograma, determinando o cenário atual de um processo (BERALDO *et al.*, 2017).

Afirma Paragon (2005, p. 33): “O processo de modelagem (construção do modelo) nada mais é do que o ato de “explicar” ao Arena como funciona o sistema. Essa “explicação” é feita através de uma linguagem de fácil entendimento, semelhante a um fluxograma.”

### 3. Materiais e Métodos

Para atingir os objetivos deste trabalho, foi selecionado um procedimento de pesquisa que combina características exploratórias e descritivas, utilizando uma abordagem qualitativa e fundamentado no método de estudo de caso.

Conforme descrita por Gil (2009), a pesquisa exploratória busca maior familiaridade com o problema para explicitá-lo ou formular hipóteses. Ela é aplicada quando há falta de informações suficientes para resolver o problema ou quando as informações disponíveis não estão devidamente organizadas. Gil (2009) define pesquisas descritivas como aquelas que visam descrever características de uma população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis. Esses estudos utilizam técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observação sistemática.

Como estratégia de pesquisa, foi adotado o estudo de caso, que segundo Yin (2001), é ideal em situações organizacionais reais em que o pesquisador não tem controle dos fenômenos. Esse estudo foi conduzido em um centro de distribuição farmacêutico situado na zona oeste da cidade de São Paulo, que mantém um estoque de aproximadamente 18 mil SKUs. Foram coletados dados referentes à separação de pedidos, extraído relatórios do sistema que contabilizam o tempo utilizado em cada processo. Tabelas e gráficos foram construídos para representar visualmente o desempenho operacional e facilitar a interpretação dos dados obtidos.

Este estudo adota uma abordagem mista, combinando elementos de pesquisa qualitativa e quantitativa para investigar possibilidades de otimização na operação do CD. A investigação qualitativa trabalha com valores subjetivos, enquanto investigação quantitativa busca trazer à luz dados, indicadores, tendências e observações objetivas, sendo essas duas abordagens complementares e necessárias para a compreensão da realidade observada (MINAYO & SANCHES, 1993).

Inicialmente, foi empregada a abordagem qualitativa para mapear detalhadamente os processos logísticos no centro de distribuição. Entrevistas semiestruturadas e observações *in loco* proporcionaram uma compreensão aprofundada das operações, desde a entrada de pedidos no sistema até o momento em que eles são expedidos.

Após o mapeamento inicial, a abordagem quantitativa foi adotada por meio da simulação no software Arena. Modelos virtuais foram desenvolvidos para replicar as operações do centro de distribuição, permitindo a realização de simulações para avaliar o desempenho atual e explorar possíveis melhorias. Os dados quantitativos coletados foram analisados estatisticamente, fornecendo insights sobre o tempo gasto em cada etapa do processo, o que possibilitou a identificação de problemas e pavimentou o desenvolvimento de soluções hipotéticas, sendo estas discutidas e testadas no Arena a fim de obter melhores resultados na simulação executada.

Além de apresentar soluções para a melhoria de indicadores operacionais de um caso em específico, este estudo oferece uma abordagem replicável que pode ser adaptada em outros contextos logísticos, contribuindo para a otimização de operações em centros de distribuição.

## 4. ESTUDO DE CASO

O local escolhido para estudo de caso trata-se de um pequeno centro de distribuição farmacêutico que conta com 18 mil SKUs em estoque. Esse CD (Centro de Distribuição) está localizado no bairro da Barra Funda, zona oeste da cidade de São Paulo. O CD atende entregas para toda a capital paulista, além das cidades de Osasco, Barueri e ABC, por entrega parceira via motoboy ou carro. Os pedidos são expedidos em três roteiros programados ao longo de um dia, sendo esse escolhido pelo cliente no momento da compra. Entretanto, aqueles clientes que residem nas localidades de até 10 quilômetros de distância ao redor do centro de distribuição, podem optar pela forma de entrega “rápida”, que possui prazo de 2h ou 1h para ser entregue, dependendo do bairro e da taxa de entrega que o cliente estiver disposto a pagar. Esse tempo começa a ser contado a partir do momento em que o pedido é solicitado. Sendo assim, os bairros localizados nos arredores da Barra Funda que estão dentro do escopo dos pedidos de entrega “rápida” são: Cerqueira César, Campos Elíseos, Bom Retiro, Perdizes, Bela Vista, Lapa, Vila Olímpia, Água Branca, Vila Mariana, Brás, Freguesia do Ó, entre outros.

A presente pesquisa se concentra exclusivamente nos pedidos do tipo “rápida”, que são os que possuem o processo de separação mais contínuo, sem interrupções, justamente por seu caráter prioritário. Diante disso, o fluxo de um pedido que é prioridade se torna facilmente verificável, diferentemente de um pedido com horário programado. Além disso, diante da urgência da solicitação, se torna imprescindível que o processo seja aprimorado e acompanhado de perto, visto que o tempo, nesses casos, é um componente essencial para a satisfação do consumidor.

Por meio de observação do dia a dia *in loco*, foi possível notar que havia um número alto de pedidos de entrega rápida que eram expedidos com pouco tempo restante até o prazo. Logo, foi identificado o problema a ser resolvido: minimizar o desperdício de tempo nos processos internos relacionados ao *picking* a fim de garantir mais tempo para os entregadores roteirizarem e realizarem a entrega.

### 4.1. Processos

O centro de distribuição analisado nessa pesquisa conta com um Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS). Esse sistema WMS é integrado com coletores de dados e outros softwares próprios da empresa.

O processo de *picking* de um pedido de entrega “rápida” se dá início quando o cliente conclui sua solicitação em um dos canais disponíveis para compras, seja telefone, site ou aplicativo.

Feita a solicitação, o pedido entra no sistema já pronto para ser separado. Para os operadores do estoque, ele aparece tanto na tela do coletor de dados quanto num monitor suspenso na operação.

Conforme fluxograma apresentado na Figura 1, o operador inicia a separação quando associa o pedido a um separador com o coletor. A partir daí, o coletor de dados indica o endereço em que o operador deve ir para encontrar o produto solicitado no pedido associado e ler o código de barras da quantidade solicitada, para que assim possa avançar para o próximo produto em outro endereço.

Esse processo é finalizado quando o operador lê o código de barras do último item do pedido. Em seguida, é necessário se dirigir até uma impressora para imprimir a etiqueta com as informações referentes ao pedido. Feito isso, o operador vai até o balcão e deixa os itens junto à etiqueta numa cesta para que o caixa possa registrar no sistema, embalar o pedido e expedir para os entregadores.

Figura 1 – Etapas do Processo de Separação do Pedido



Fonte: De autoria própria

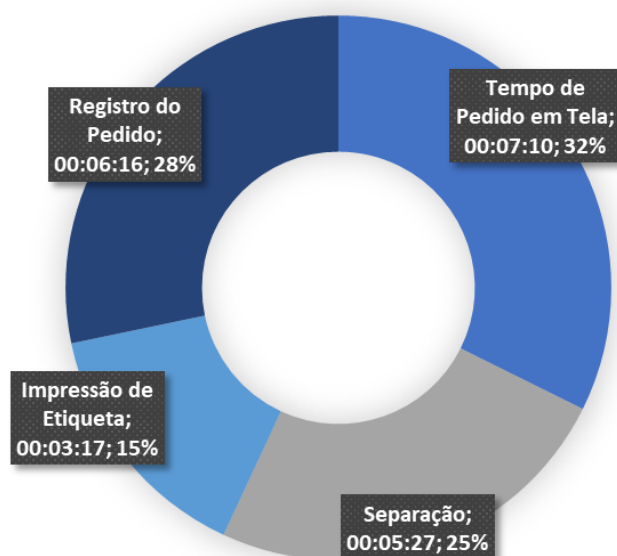
## 4.2. COLETA DE DADOS

Conforme supracitado, o centro de distribuição utilizado como estudo de caso nessa pesquisa possui sistemas integrados, o que facilitou a coleta de dados quantitativos acerca do tempo gasto em cada etapa do processo de separação.

Foi delimitado para amostra os dados correspondentes a 60 dias entre os meses de julho, agosto e setembro de 2023. Os dados pertencem a um único operador do estoque, assim, são minimizadas as chances de variações e inconsistências na execução do processo.

O Gráfico 1 representa as médias extraídas a partir dos dados brutos coletados ao longo do período analisado.

Gráfico 1 – Análise de Tempo por Processo – 60 dias

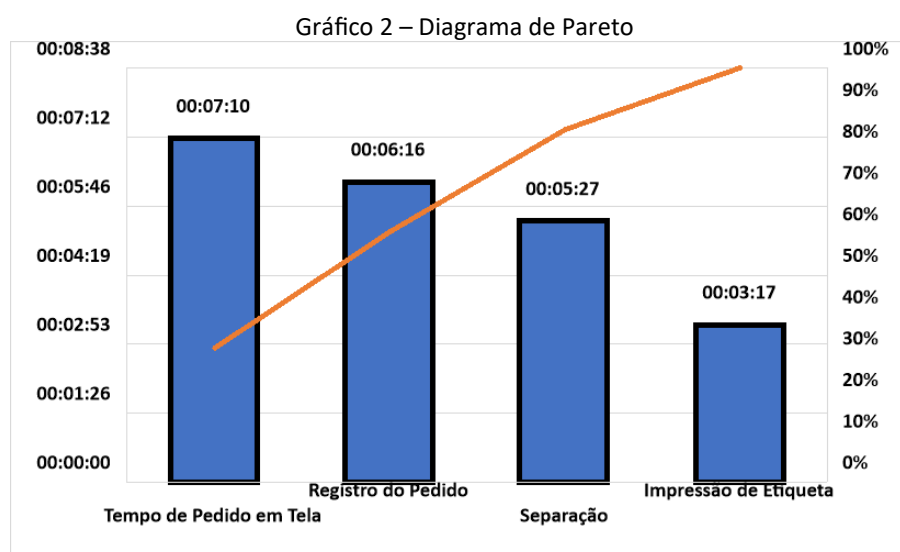


Fonte: De autoria própria

Ainda no Gráfico 1 foram usadas as etapas cujo tempo gasto é calculado pelo próprio sistema integrado da empresa, sendo eles:

1. “tempo do pedido em tela” aguardando ser associado a um separador;
2. “tempo de separação” em que o operador executa o *picking*;
3. tempo para “impressão de etiqueta”, que começa a ser contado assim que a separação de todos os itens do pedido se encerra, podendo ter atrasos caso o operador tenha dado falta de algum dos itens solicitados durante a etapa anterior por não o ter encontrado no endereço, o que o obriga a procurar pelo item faltante em outros locais do estoque, como o setor de expedição, o setor de avarias, o setor de devolução e afins;
4. por fim, o tempo de “registro do pedido”, que começa a ser contado quando a etiqueta é impressa, e termina quando o cupom fiscal é emitido no caixa.

É possível verificar que a soma total dos tempos de cada etapa que compõem o processo é de 22 minutos e 11 segundos, o que significa que, em média, o pedido gastou mais de 18% do prazo de entrega total na modalidade rápida de 2h, e quase 37% na modalidade rápida de 1h.



Fonte: De autoria própria

O diagrama de Pareto apresentado no Gráfico 2 dá um indício daquilo que se pretende confirmar com a simulação feita no Arena: onde está o gargalo do processo? Os gráficos apontam para o tempo de pedido em tela, que mede quanto tempo o pedido demora em média para ser iniciado por um operador, ou seja, quanto tempo leva entre o momento em que o pedido entra no sistema e o momento em que o operador o associa a um separador, dando início ao *picking*.

### 4.3. Simulação

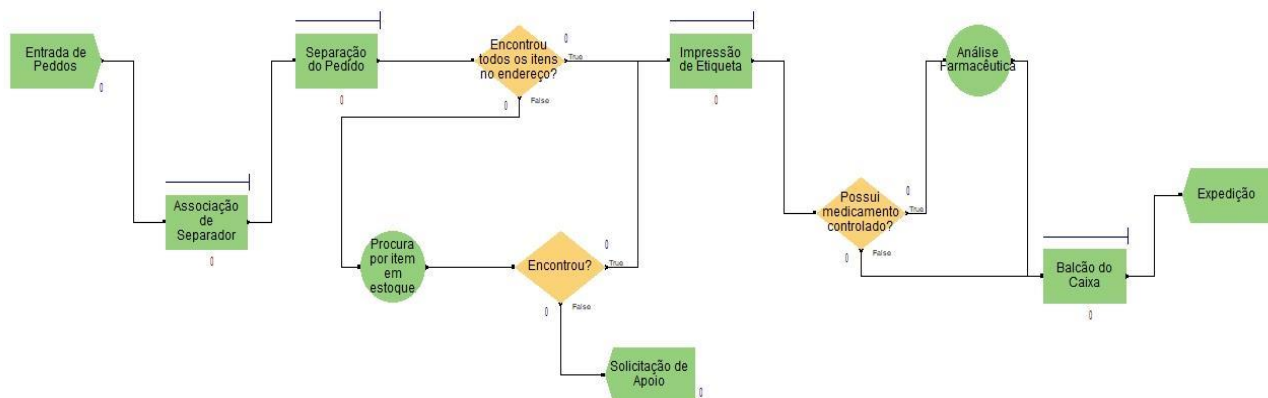
Feito o mapeamento dos dados, a fase de modelar o processo no Arena é facilitada, pois há noções de como corre o fluxo nesse caso, sendo necessário fazer apenas algumas adaptações para o software. A entidade, naturalmente, serão os pedidos “rápidas”, a qual não houve separação entre as com prazo de 1h e as com prazo de 2h, visto que ambas precisam ser separadas no mesmo grau de prioridade.

A Figura 2 trata-se do modelo criado no Arena a fim de representar o fluxo dos pedidos no processo de separação do CD em estudo. E é possível observar que foram incluídos no modelo outras questões além das já apresentadas na Figura 1, a fim de aumentar a precisão da simulação de acordo com o que pôde ser observado *in loco*. Sendo essas adições: pontos de decisão, ou *decides*, e *delays*.

O primeiro ponto de decisão no processo “encontrou todos os itens no endereço?” refere-se ao fato de que nem sempre os itens estão em seus devidos endereços, às vezes estão na loja localizada na

entrada do CD para atendimento ao público, às vezes estão no setor de devolução ou no setor de avarias aguardando serem abertos chamados. A questão é que o operador de estoque, quando não encontra os itens no endereço, precisa ir em busca, e isso foi representado pelo objeto delay “procura por item em estoque”. Caso ele encontre (ponto de decisão seguinte), a entidade retorna para o fluxo normal, caso não encontre, a entidade sairá do processo, pois irá aguardar pela solicitação de apoio do item faltante em outra filial.

Figura 2 – Modelo do Arena



Fonte: De autoria própria

O último ponto de decisão “possui medicamento controlado?” é referente aos casos de pedidos com medicamentos controlados, ou seja, dos que precisam da retenção da receita que é feita pelo entregador no momento da entrega, mas que precisa passar antes pelo farmacêutico para que esse valide se a receita não é digital e, caso não seja, carimbe a etiqueta para sinalizar ao entregador da necessidade de reter a receita, isso representado no modelo pelo delay “análise farmacêutica”.

Essa simulação foi feita com 8 replicações de 1h cada, a fim de simular um turno de trabalho. O modelo foi gerado com somente dois recursos ao longo de todos os processos, sendo um operador de estoque responsável pelos processos de “Associação de Separador”, “Separação do Pedido” e “Impressão de Etiqueta”, enquanto o operador de caixa está responsável pelos processos no “Balcão do Caixa”, como registrar e embalar.

Os dados utilizados para alimentar o Arena são os mesmos coletados anteriormente, apenas feito o *boxplot*, uma ferramenta que delimita os dados analisados por meio de uma mediana entre o primeiro e o terceiro quartil, excluindo os outliers, que são os valores discrepantes (DAWSON, 2011).

Esses dados foram inseridos no Arena por meio da ferramenta “*Input Analyser*”. Os dados do *create* foram randomizados por meio do Excel utilizando a fórmula =ALEATÓRIOENTRE(360;600), já que o CD não possuía os dados de entrada de pedidos disponível, então por observação foi constatado que os pedidos entravam no sistema numa média de 10 por hora. A expressão que o Arena retornou para o *create* “Entrada de Pedidos” foi  $184 + 413 * \text{BETA}(1.32, 1.3)$  segundos.

Os pontos de decisão foram ajustados por meio de observação *in loco* e entrevista com funcionários, em que foi possível concluir que pelo menos 15% dos pedidos precisam gastar tempo procurando itens que não estão no endereço, e desses, 95% são encontrados, com apenas 5% sendo pedidos cujos itens solicitados estão indisponíveis para atender, seja por furo de estoque, avaria ou validade próxima, portanto, precisariam que fosse solicitado apoio em outra filial. Sobre os medicamentos controlados, foi observado que 10% dos pedidos possuem, e, portanto, precisam passar pela análise farmacêutica.



Tabela 1 – Dados do Processo de Associação de Separador (em segundos)

<b>Associação de Separador</b>								
<b>31</b>	150	94	184	1126	1046	271	399	37
<b>555</b>	496	10	234	1808	440	263	265	65
<b>149</b>	538	47	211	654	966	232	193	680
<b>37</b>	288	104	230	1069	265	477	666	444
<b>839</b>	327	3	19	652	1075	5	639	200
<b>751</b>	404	37	351	173	1118	472	295	708
<b>674</b>	137	988	32	47	435	266	247	796
<b>573</b>	684	169	265	1150	205	235	383	1044
<b>1696</b>	104	655	108	899	18	103	132	172
<b>268</b>	207	130	162	114	574	231	43	214
<b>567</b>	541	48	106	1044	453	205	138	155
<b>463</b>	62	1033	683	543	594	68	165	259
<b>926</b>	119	541	2325	867	481	256	22	64
<b>269</b>	298	630	1448	749	587	227	180	112
<b>166</b>	685	84	1128	733	64	570	59	

Fonte: De autoria própria

Tabela 2 – Dados do Processo de Separação de Pedido (em segundos)

<b>Separação de Pedido</b>								
<b>690</b>	306	68	100	343	663	649	128	18
<b>119</b>	344	234	128	455	468	667	68	2061
<b>554</b>	494	127	72	59	440	660	530	399
<b>451</b>	307	194	113	1156	924	410	70	779
<b>251</b>	152	155	27	803	437	122	52	1027
<b>509</b>	299	19	55	1154	78	536	213	60
<b>288</b>	357	93	85	945	147	650	232	443
<b>580</b>	75	135	17	642	732	467	74	82
<b>326</b>	195	180	74	976	1032	747	396	289
<b>596</b>	175	203	34	1900	527	123	77	380
<b>638</b>	51	46	29	694	207	556	135	637
<b>405</b>	117	16	369	451	350	738	89	573
<b>619</b>	230	49	133	223	345	110	138	64
<b>230</b>	165	120	170	55	406	207	37	82
<b>379</b>	39	90	1267	538	301	61	146	

Fonte: De autoria própria

Tabela 3: Dados do Processo de Impressão de Etiqueta

Impressão de Etiqueta								
<b>72</b>	451	32	34	1250	77	42	83	14
<b>271</b>	125	36	194	273	361	148	356	271
<b>171</b>	42	531	16	1588	169	43	32	445
<b>189</b>	36	31	20	226	71	86	15	74
<b>41</b>	281	141	17	691	42	897	14	132
<b>118</b>	148	17	29	184	101	41	58	575
<b>112</b>	118	80	35	348	684	79	94	196
<b>47</b>	356	197	46	27	655	287	52	216
<b>53</b>	34	38	18	60	58	155	46	357
<b>129</b>	15	19	178	59	249	576	361	285
<b>82</b>	41	22	21	74	83	166	126	31
<b>42</b>	44	355	45	475	139	32	53	82
<b>101</b>	29	259	1311	740	518	457	62	27
<b>203</b>	88	53	562	235	48	303	80	63
<b>68</b>	393	54	145	291	614	21	52	

Fonte: De autoria própria

Tabela 4: Dados do Processo do Caixa

Impressão de Cupom								
<b>731</b>	336	252	80	905	79	360	276	117
<b>1293</b>	274	83	48	922	473	184	231	603
<b>716</b>	105	169	76	1109	144	302	115	286
<b>731</b>	286	98	33	826	376	279	119	467
<b>853</b>	429	120	108	828	82	172	102	372
<b>465</b>	230	250	79	1046	361	157	129	216
<b>667</b>	161	171	40	1246	337	168	139	118
<b>368</b>	378	115	89	681	25	130	171	49
<b>582</b>	225	63	27	344	471	106	48	402
<b>309</b>	231	40	55	150	193	112	55	258
<b>236</b>	337	185	49	291	763	82	54	218
<b>411</b>	250	212	1771	563	360	130	135	58
<b>108</b>	117	157	2291	132	54	90	163	190
<b>497</b>	163	86	2923	848	383	188	63	34
<b>327</b>	285	98	2243	300	440	242	71	

Fonte: De autoria própria

Tabela 5 – Expressões obtidas pelo “Input Analyser”

Etapa	Expressão
Entrada de Pedidos	$184 + 413 * \text{BETA}(1.32, 1.3)$
Associação de Separador	$3 + \text{GAMM}(448, 0.954)$
Separação do Pedido	$16 + 1.14e+03 * \text{BETA}(0.644, 1.68)$
Balcão do Caixa	$25 + 738 * \text{BETA}(0.869, 2.54)$
Impressão de Etiqueta	$14 + \text{WEIB}(123, 0.678)$

Fonte: De autoria própria

Tabela 6 – *Discrete-Time Statistics*

Discrete-Time Statistics (Tally)					
Médias por Processo em Segundos	Associação de Separador	Separação do Pedido	Impressão de Etiqueta	Balcão do Caixa	Médias Totais
<b>Total Time</b>	635,71	663,11	525,71	315,47	1359,17
<b>Waiting Time</b>	424,68	392,21	416,00	12,19	413,68

Fonte: De autoria própria, dados extraídos do Arena

Tabela 7: *Continuous-Time Statistics*

Continuous-Time Statistics (Time Persistent)	
Recurso	Valor do Instantaneous Utilization
<b>Operador de Estoque</b>	0,94
<b>Operador de Caixa</b>	0,14

Fonte: De autoria própria, dados extraídos do Arena

A Tabela 7 demonstra os resultados referentes a cada recurso no processo. O *Instantaneous Utilization* é o índice que determina o quanto cada recurso está sendo utilizado, aquele de maior índice é o que representa o gargalo no processo. Nesse caso, o operador de estoque tem o índice de utilização de 0,94, o que significa que ele tem sua capacidade usada em 94% do tempo simulado, o que o torna o gargalo do processo. Dessa forma, é a partir dele que será simulado um novo cenário a fim de obter resultados melhores.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Encontrado o gargalo no processo, foi feita uma nova simulação, dessa vez com dois Operadores de Estoque para testar o quanto isso influencia no desempenho do processo, sendo essa a proposta de melhoria para esse caso. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 - *Discret-Time Statistics* (Cenário 2)

Discrete-Time Statistics (Tally)					
Médias por Processo em Segundos	Associação de Separador	Separação do Pedido	Impressão de Etiqueta	Balcão do Caixa	Médias Totais
<b>Total Time</b>	423,27	384,46	334,61	252,11	1306,91
<b>Waiting Time</b>	125,02	102,00	186,83	40,65	270,04

Fonte: De autoria própria, dados extraídos do Arena

É possível verificar que houve uma pequena queda no valor do Total Time total, índice que representa a média de tempo em que uma entidade leva desde o momento em que entra até o momento em que

sai do modelo. Contudo, houve também uma diminuição significativa no *Waiting Time total*, e se for analisado o tempo de cada processo, é perceptível a diminuição consistente apresentada na Tabela 8.

Dessa forma, houve diminuição no índice de *Instantaneous Utilization* do operador de estoque, conforme Tabela 9.

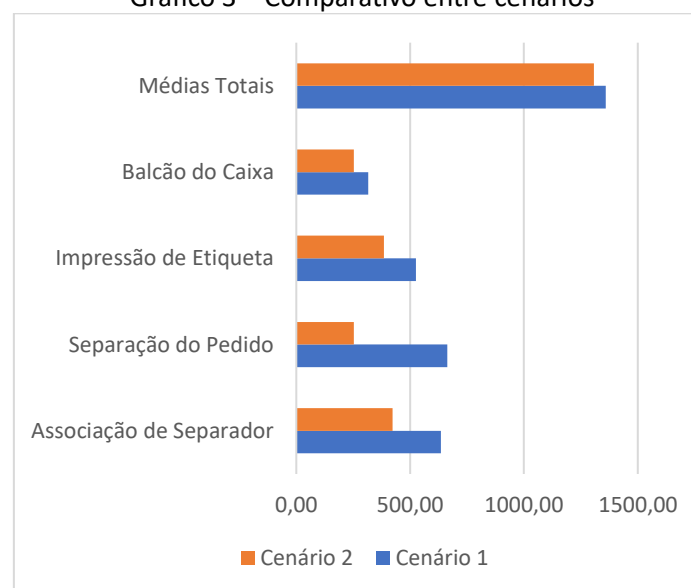
Tabela 9 – *Continuous-Time Statistics* (Cenário 2)

<b><i>Continuous-Time Statistics (Time Persistent)</i></b>	
<b>Recurso</b>	Valor do <i>Instantaneous Utilization</i>
<b>Operador de Estoque</b>	0,80
<b>Operador de Caixa</b>	0,25

Fonte: De autoria própria

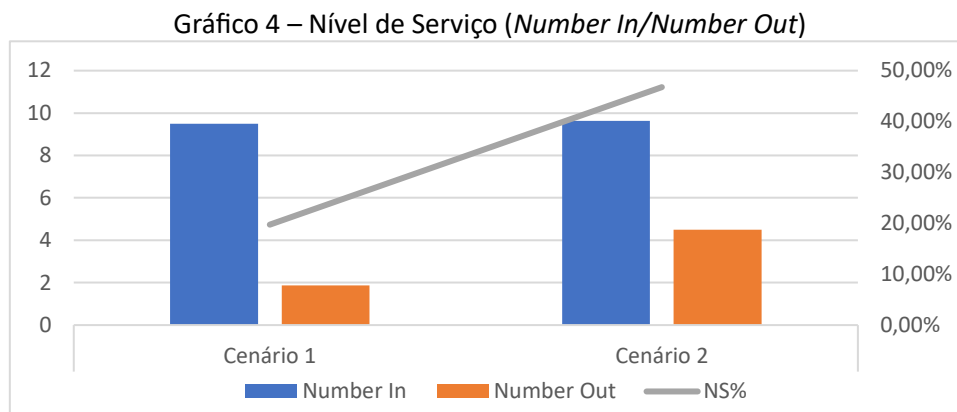
É possível perceber uma queda muito significativa nos tempos por processo se comparado ao primeiro cenário, conforme o Gráfico 3. No entanto, há uma clara constatação de que uma fase simples do procedimento, relacionada à identificação de pedidos na fila para separação, está demandando mais tempo do que as demais etapas, inclusive ultrapassando o tempo dedicado à própria separação dos pedidos. Nesse sentido, é plausível buscar a redução do tempo envolvido na etapa de “Associação ao Separador”, na qual o operador de estoque associa um pedido a um separador para dar início ao processo de *picking*. A implementação de indicadores visuais ou sonoros para alertar sobre pedidos urgentes pendentes pode ter um impacto substancial na rapidez com que o operador inicia a separação. Adicionalmente, no contexto do centro de distribuição analisado neste estudo, os pedidos de entrega rápida apresentam dificuldades de distinção em relação aos outros tipos de entrega, especialmente os que o destino da entrega é em outros estados e o envio é realizado por Correios com prazo de dias, uma vez que ambos são identificados pela mesma sigla “RA” no sistema. A distinção entre eles se dá apenas pelo prazo de entrega: um pedido “RA” de entrega rápida possui um prazo que se estende duas horas à frente, enquanto um pedido “RA” dos Correios aparece com o prazo exatamente igual ao horário de entrada no sistema. Tal situação gera confusão entre os operadores que podem acreditar que um pedido de entrega rápida é, na verdade, um pedido para ser enviado via Correios, sem necessidade de urgência.

Gráfico 3 – Comparativo entre cenários



Fonte: De autoria própria

Por meio do Gráfico 4, é possível ver que o nível de serviço do cenário 1 para o cenário 2 também aumentou significativamente.



Fonte: De autoria própria

Por fim, a implementação de práticas de melhoria contínua pode ser fator decisivo num processo duradouro de otimização, pois ela permite a identificação de oportunidades, a redução de desperdícios, a maximização da produtividade dos operadores e a minimização de erros no manuseio dos produtos. Além disso, a constante revisão e ajuste dos métodos de trabalho ajudam a manter a eficiência operacional em um ambiente em constante mudança. Avaliar regularmente o desempenho do processo de *picking*, por meio de métricas como tempo médio de separação, taxa de erro e produtividade por operador, possibilita a identificação de áreas que necessitam de aprimoramento. Essa análise contínua oferece *insights* valiosos para implementar melhorias específicas, seja por meio da atualização de tecnologias, treinamento de pessoal ou ajustes no *layout* do armazém.

Além disso, a cultura de melhoria contínua promove um ambiente colaborativo e inovador, incentivando os colaboradores a contribuírem com ideias e soluções para otimizar os processos existentes. Esse engajamento e participação ativa dos membros da equipe podem resultar em melhorias significativas e soluções criativas para desafios operacionais.

## 6. Conclusão

Sem dúvida, a conjuntura global imposta pela pandemia de Covid-19 impôs desafios sem precedentes às cadeias de abastecimento e logística, exigindo adaptações ágeis e inovações significativas. Nesse contexto, as restrições de deslocamento, implementadas como medida de contenção do contágio, serviram como catalisadoras para a transformação dos serviços de *delivery*, impulsionando uma demanda crescente por eficiência nos processos de centros de distribuição.

A busca incessante pela otimização interna dos centros de distribuição é uma resposta inevitável às pressões competitivas e à necessidade de atender às expectativas crescentes dos consumidores. No entanto, é surpreendente constatar que muitas empresas ainda não internalizaram a prática de mapear e analisar seus próprios processos com um olhar científico e sistemático. Este estudo destaca a relevância crucial da aplicação de técnicas de simulação, uma abordagem robusta e confiável, para desvendar os intrincados detalhes e interdependências dos fluxos operacionais.

Este trabalho destaca a importância crucial da análise e otimização dos processos internos em centros de distribuição. A aplicação da simulação, como demonstrado neste estudo de caso, revelou gargalos e oportunidades de melhoria que poderiam passar despercebidos de outra forma. A identificação precoce desses obstáculos é essencial para garantir a eficiência operacional e a satisfação do cliente final. Portanto, investir na compreensão aprofundada dos processos e na aplicação de métodos científicos, como a simulação, é fundamental para o sucesso e a competitividade das empresas no atual cenário logístico.

Nesse sentido, é inegável que a detecção e correção proativas desses entraves são cruciais para assegurar não apenas a excelência operacional, mas também a satisfação plena do consumidor final. A maximização da eficiência nos processos logísticos não apenas resulta em economia de recursos, mas também em um serviço mais ágil e confiável, promovendo, por consequência, a fidelização dos clientes e a construção de uma reputação sólida no mercado.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação de métodos científicos, como a simulação, aliada à cultura de análise e aprimoramento contínuo dos processos, representa um diferencial competitivo essencial em um ambiente empresarial cada vez mais dinâmico e desafiador. O investimento na compreensão profunda dos fluxos operacionais não é apenas uma estratégia inteligente, mas uma necessidade imperativa para garantir a resiliência e a prosperidade das organizações em um mundo em constante evolução.

## Referências

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

BERALDO, G.; SANTOS, R. P.; MORAES, L. R.; HERCULANI, R. **Simulação em arena aplicada em empresa de distribuidora de remédios**. Revista Fafibe On-Line, Bebedouro SP, 2017.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. São Paulo; Saraiva Educação, 2016, 3ª ed.

DE KOSTER, M.B.M., THO, LE-DUC E K.J. ROODBERGEN (2007) **Design and control of warehouse order picking: a literature review**. European Journal of Operational Research, v. 182, p. 481-501.

GIL, Antonio C.. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo. Atlas, 2009.

GONTIJO, L. **Procedimento de picking em um centro de distribuição utilizando princípios lean**. São Carlos; Universidade Federal de São Carlos, 2012.

MINAYO, M.C.S. e SANCHES, O. (1983) **Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementaridade**. Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v.9, n.3, pp.239-262

PARAGON. **Introdução à Simulação com ARENA**. São Paulo, SP: ENEGEP, 2005.

PRADELLA, S.; FURTADO, J.C.; KIPPER, L.M. **Gestão de processos da teoria à prática – Aplicando a Metodologia de Simulação para a Otimização do Redesenho de processos**, Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PRADO D. **Teoria das filas e da simulação**. Belo Horizonte, Falconi, 7ª edição, 2022.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.