

ESTUDO DE CASO SOBRE ESTOQUE AUTOMATIZADO DE UMA EMPRESA DO RAMO DA METALURGIA

Alessandro Sonaglio
Vinicius Zanchet de Lima

RESUMO

Diante da competitividade gerada pelas empresas no mercado em busca de melhores resultados e para melhor satisfazer a necessidade dos clientes, as organizações buscam mecanismos tecnológicos para otimizar os processos, desde a manufatura até a distribuição do produto final. Desta forma, as organizações optam por ferramentas que automatizem suas atividades, com isso aumentam o poder de controle e gerenciamento, obtendo informações mais precisas para o embasamento das tomadas de decisões, e conseqüentemente a redução de custos operacionais. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo apresentar o funcionamento de um armazém automatizado, descrevendo as operações internas do mesmo. Para isso buscou-se realizar pesquisas em trabalhos científicos e livros coletados em base de dados SciELO e Google Acadêmico, buscando diferentes conceitos e aspectos de autores sobre o tema abordado, além do conhecimento e observações no objeto de estudo. Como resultado deste estudo constatou-se que a utilização deste tipo de ferramenta de automação na logística, proporciona melhor qualidade de trabalho para a empresa, no âmbito de distribuição física dos produtos, redução de custos operacionais, além de um maior controle e gestão do estoque aliado a facilidade para a tomada de decisão. A soma desses resultados proporciona um melhor posicionamento no mercado cada vez mais competitivo.

Palavras-chave: Logística; armazém automatizado; gestão de estoque; processos logísticos; empresas.

1. INTRODUÇÃO

Tendo em conta o clima de intensa competição que existe entre as empresas atualmente, a necessidade das organizações investirem em diferenciais competitivos existe em função das exigências do mercado e da necessidade de encontrarem formas mais rápidas de adaptação dada a frequência com que as coisas mudam. Desta forma, a tecnologia pode ser um grande diferencial, pois ajuda a alcançar a excelência no atendimento ao cliente. (OLIVEIRA, 2013). O desenvolvimento da tecnologia e softwares de logística são dois fatores que fizeram com que as empresas se interessassem mais pela gestão da logística. Os avanços tecnológicos, particularmente no campo da tecnologia da informação (TI), permitem antecipar as vantagens

competitivas oferecidas pelas novas estruturas econômicas que estão surgindo atualmente. Nesse cenário, na logística, seja na entrega de produtos ou informações precisas, torna-se um requisito para o sucesso dos negócios. (LAMBERT, 1998).

Por esse lado, a tecnologia torna-se um fator muito significativo, pois as empresas também devem ter controle sobre seus estoques. Por exemplo, um sistema de armazenamento de materiais bem gerenciado permite a recuperação rápida de produtos e materiais armazenados e facilita a movimentação de materiais e a entrega de produtos acabados. É possível que uma organização obtenha melhorias significativas em sua gestão, pois o gerenciamento eficiente do armazenamento aumenta a eficácia da produção planejada, oferece mais segurança para a tomada de decisões e evita possíveis atrasos na entrega dos pedidos. (MONTANHEIRO, FERNANDES 2008).

Diversas inovações tecnológicas obrigaram o setor logístico a investir nas áreas funcionais da logística, tendo em vista a necessidade de adequação dos processos tecnológicos. Com isso, diversas melhorias foram feitas nos processos desse setor por meio da evolução da logística, como um processo logístico automatizado que reduziu a necessidade de processos manuais e passou a adotar processos automatizados. A ideia de automação emprega métodos, softwares e equipamentos eletrônicos aplicados às máquinas com o objetivo de aumentar a eficiência e maximizar a produção e sua qualidade, minimizando o esforço humano ou interferência no processo. Torna-se um passo além da mecanização, onde os operadores recebem máquinas para ajuda-los em suas tarefas. (SILVA 2021).

Uma das estratégias para atender às demandas do mercado é a forma como um armazém movimenta seus materiais. Para aumentar a eficácia na movimentação e registro de mercadorias, um sistema automatizado de armazenamento e busca é um elemento chave. Além disso, eleva o nível de segurança do trabalhador, diminui o tempo necessário para o transporte de materiais, facilita o gerenciamento e integra o sistema de controle de estoque, proporcionando agilidade, flexibilidade e tempo de resposta superior ao proporcionado pelo sistema manual. Outro benefício indireto é a verticalização do espaço de um estoque, o que resulta na redução de custos, área crucial dentro de uma organização. (SELL, HAMANN, NOLASCO, 2013).

Neste contexto, o trabalho se objetiva em apresentar o funcionamento de um armazém automatizado, descrevendo os processos logísticos internos do mesmo aliado a um software

WMS (warehouse management system), descrevendo os principais processos logísticos internos, como armazenamento de mercadorias prontas, separação de pedidos, expedição das cargas e a gestão do estoque, assim como a caracterização do layout e os softwares de gerenciamento da automação do armazém, levando em conta as suas vantagens na logística interna da empresa e satisfação dos clientes.

Para apresentar o estudo, este trabalho está estruturado de forma inicial pela parte introdutória, seguindo pelo referencial teórico, método de pesquisa, estudo de caso, e por fim a conclusão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA INTERNA EMPRESARIAL

As atividades logísticas surgiram dos militares. Numerosas guerras foram vencidas ou perdidas ao longo da história como resultado de influência política, proeza logística ou falha em reconhecer as vantagens desses fatores. A palavra "logística" deriva do verbo francês "loger", que significa abastecer. Segundo o mesmo autor, o primeiro foco da logística foi na movimentação e armazenagem de materiais, com foco mais na função do que no processo. (BANZATO, 2005).

Para atender às demandas dos clientes, a divisão de logística da cadeia de suprimentos, planeja, implementa e supervisiona o fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados, bem como as informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo. (CARVALHO, 2002). Já Christopher (2001), cita que a prática de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenamento de matérias-primas, produtos acabados, bem como o fluxo de informações, pode maximizar a lucratividade atual e futura de uma organização ao mesmo tempo em que reduz custos.

De acordo com Fabbe-Costes e Colin (2007), a logística deixou para trás seu papel inicial de combinar transporte, movimentação e armazenamento para que pudesse atingir seus objetivos de continuidade (evitar lapsos de estoque) e fluidez (limitando a supercapacidade). Segundo esses autores, o conceito de cadeia de suprimentos permite que as empresas gerenciem o fluxo de informações, na medida que prevejam em termos de custos e nível de serviço todo o movimento físico que é iniciado por uma demanda não atendida.

A logística como todas as atividades que envolvem movimentação e armazenagem facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria prima até o ponto de consumo final, bem como fluxos de informação que colocam os produtos em movimento com o objetivo de oferecer aos clientes níveis adequados de serviço a um custo razoável. (BALLOU, 2006). Ao focar nessas características que fazem da logística uma aliada contra a concorrência que as organizações enfrentam hoje, e que cresce a cada dia que passa, Ballou (2006, p. 27), define que: “O processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes”.

De acordo com Ballou (1993), a logística empresarial pesquisa como a administração pode fornecer serviços de distribuição de forma mais lucrativa a clientes e consumidores por meio de planejamento, organização e gerenciamento eficazes de atividades, incluindo movimentação e armazenamento, que visam melhorar o fluxo de mercadorias. De forma mais objetiva, Baglin et al. (1990), definem a logística como uma função de negócios preocupada com o gerenciamento do fluxo físico de fornecimento de matéria-prima, bem como a distribuição de produtos acabados aos clientes.

Segundo Novaes (2007), a logística moderna busca incorporar prazos previamente combinados e cumpridos em toda a cadeia de suprimentos, integrar todas as divisões organizacionais, integrar parcerias com fornecedores e clientes e otimizar processos de forma a reduzir custos e satisfazer os clientes, fornecer um nível de serviço pré-determinado e adequado. Portanto, a análise logística tem como foco o desenvolvimento do processo desde a aquisição da matéria-prima até a entrega do produto acabado ao consumidor dentro dos parâmetros esperados.

2.2 ARMAZENAGEM

Para que as mercadorias sejam vendidas, toda empresa deve armazená-las depois de produzidas. Assim, a função de armazenamento é necessária porque os ciclos de produção e consumo raramente coincidem. Muitos produtos agrícolas são produzidos sazonalmente, apesar da demanda persistente. A função de estocagem supera diferenças de quantidade e tempo desejados. (KOTLER, 1994; apud LUCCAS, SILVA, MARQUES 2017).

A atividade de armazenagem, refere-se à administração do espaço necessário à manutenção dos estoques. Ballou (2007), defende que a administração dos espaços tem como objetivo otimizar as coisas, incluindo aspectos relacionados a questões de localização, medição de área, disposição física, configuração da disposição, entre outros. Já Godinho (2004), defende que a armazenagem é um dos componentes essenciais à coleta das atividades logísticas porque envolve, planejar, executar e controlar matérias-primas, produtos em processo, produtos acabados, informações e custos associados do ponto de origem ao ponto de destino de maneira eficiente, eficaz e econômica, satisfazendo as necessidades e preferências do cliente. (NASCIMENTO, 2012).

Rodrigues (2003), acrescenta que o processo de armazenamento inclui a movimentação adequada dos materiais desde o ponto de despacho até o local onde são armazenados. Os principais serviços adquiridos pela armazenagem são: descarga, conferência e recebimento, marcação, separação, segregação e endereçamento, armazenamento especificamente indicado, registros de controle, entrega e estatísticas. A armazenagem é uma função logística que trata do material no tempo entre a produção e a venda. É uma designação que abrange todas as operações realizadas no local onde os materiais são armazenados temporariamente e depois distribuídos. Este local pode ser um armazém, um centro de distribuição, um depósito, etc. (MOURA, 1998).

Hassan (2002), ressalta que um dos aspectos mais cruciais de um armazém é o seu layout. Isso ocorre porque um layout físico bem elaborado, não apenas auxilia significativamente na resolução de vários problemas, mas também organiza satisfatoriamente os itens do armazém para suportar sua funcionalidade. Na mesma linha de pensamento o autor Ballou (2006), defende que a colocação dos materiais no armazém reflete muito sobre a produtividade. Determinar o local onde o produto será armazenado e projetar toda a arquitetura são fatores que tornam as operações mais rápidas, principalmente por exigirem menos movimentos para serem concluídas.

Martins e Alt (2000), mencionam que o estoque da empresa é como um recurso produtivo e tem como finalidade agregar valor ao consumidor final. E pode ser usado para ganho na competitividade, com relação as empresas concorrentes, permitindo atender com mais agilidade as necessidades dos clientes. (COSTA, 2017). A principal ferramenta que as empresas utilizam para gerenciar seus estoques é o inventário, que é uma prática utilizada para identificar, categorizar e contabilizar os produtos mantidos em estoque com o objetivo de

garantir que as informações sejam precisas e consistentes com as entradas e saídas. Segundo Martins e Alt (2000), o inventário de estoque pode ser rotativo ou periódico, sendo o inventário periódico feito no final do exercício, ou duas vezes ao ano, e o inventário rotativo realizado uma vez durante o exercício.

2.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA NA LOGÍSTICA

O setor de tecnologia da informação tem demonstrado uma dinâmica impressionante, experimentando mudanças em um ritmo surpreendente, juntamente com uma redução nos custos associados à inovação tecnológica. Essa natureza dinâmica permitiu que uma variedade de setores de negócios se ajustasse às mudanças contextuais com bastante rapidez. Diversas inovações em relação à tecnologia da informação foram incorporadas à logística. Para isso, a disponibilidade de informações oportunas e precisas é essencial para a operação eficiente dos sistemas logísticos. (NAZÁRIO, 2000).

A utilização da tecnologia da informação, resulta em um aumento significativo da eficiência, é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento dos processos administrativos. Esses sistemas englobam todas as ferramentas que a tecnologia disponibiliza para gerenciar e controlar o fluxo de informação dentro de uma organização. (BALLOU, 2001; BEZERRA, 2003). No caso de Ferreira e Ribeiro (2003), que afirmam que a informação sempre foi importante no contexto da logística, refletem sobre a lógica por trás do uso da tecnologia da informação na logística. No entanto, com o avanço da tecnologia, esses dados estão cada vez mais funcionando como ferramentas estratégicas e proporcionando aos negócios resultados extremamente benéficos.

Informações rápidas e de alta qualidade são necessárias para a tomada de decisões sábias. Além disso, o principal objetivo da implantação de sistemas de armazenamento de informações é a redução do estoque. Esse objetivo é alcançado aumentando a velocidade e a precisão do processamento de informações, o que, por sua vez, reduz os níveis de estoque. (BANZATO, 2005).

Esses sistemas são utilizados pelas empresas para automatizar seus processos logísticos a fim de obter vantagens competitivas. Exemplos dessas tecnologias incluem EDI (Electronic Data Interchange), WMS (Warehouse Management System), tecnologia de código de barras, RFID (Radio Frequency Identification), Radiation via Radio Frequency, e GPS (Sistemas de

Posicionamento Global). Todas essas tecnologias trabalham tanto para agilizar o fluxo de informações quanto para torna-las mais precisas. (BARROS, 2005).

Quanto à concepção de categorias, Banzato (2005), cita algumas soluções automatizadas que auxiliam na concepção de projetos logísticos, pois, na opinião do autor, uma boa concepção e implementação de projetos são a base para um bom desempenho logístico. Nesse sentido, o mesmo autor lista os softwares que podem ser utilizados para desenvolver ferramentas e layouts, analisar e corrigir erros antes da implementação, simular processos de negócios, modelar gargalos logísticos, entre outros.

Em contraste, ao longo do tempo, a tecnologia da informação forneceu suporte crucial para as tarefas e operações relacionadas à cadeia de suprimentos. Qualquer organização deve integrar processos, dados e aplicativos com clientes e fornecedores, portanto, é fundamental afirmar que as ferramentas necessárias estão disponíveis e possuem um nível de maturidade muito alto. As vantagens de usar essas ferramentas levam a níveis mais altos de atendimento ao cliente, preços mais competitivos e crescimento mais constante. (BERTAGLIA, 2014).

De acordo com Laudon e Laudon (2004, p.7), ao se discutir sobre sistemas de informações é possível entender que:

Um sistema de informações pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-regionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Além de dar suporte à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam os gerentes e trabalhadores a avaliar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos.

2.4 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E GERENCIAMENTO DE ARMAZÉNS

Conforme Lacerda (2000), o número de projetos envolvendo automação em armazenagem vem crescendo de forma constante no Brasil. Esses projetos vão desde os mais básicos, que envolvem apenas sistemas de separação de pedidos, por meio de transelevadores, até os mais complexos, onde cada operação envolve apenas uma quantidade mínima de intervenção humana. O mesmo autor afirma que o uso de sistemas automatizados seja para movimentação de materiais ou para gerenciamento de operações é, na verdade, uma resposta às demandas de um novo ambiente de negócios com clientes mais exigentes e concorrência mais acirrada. Esta leva as empresas, muitas vezes, a implementarem mudanças radicais nas estruturas de armazenagem e distribuição.

Com a automação de processos, uma tarefa que pode levar horas para ser feita manualmente agora pode ser concluída em apenas alguns minutos com um sistema baseado no acesso a ferramentas tecnológicas, possibilitando o desenvolvimento das tarefas de forma eficaz, rápida e qualidade em todo o processo. (CARGOBR, 2019; apud SILVA, 2021). Segundo Cargobr (2019), o mercado, a partir das ferramentas tecnológicas disponibilizadas, criou expectativas que demandam qualidade, eficácia e agilidade nos processos, inclusive nas áreas que envolvem logística.

Na logística, existem muitas tarefas repetitivas, demoradas e com alta demanda de mão de obra, como manuseio e transporte de paletes, que são exemplos de tarefas que se beneficiariam da automação. Portanto, esta área apresenta um potencial significativo para a implementação de sistemas automatizados. Além disso, uma parcela significativa de seus custos está diretamente relacionada à mão de obra necessária. Segundo Frazelle (2002), um dos principais fatores determinantes do sucesso de um projeto de armazenamento é a automação interna do logaritmo. (BARRETO, 2021).

Schulze e Wullner (2006), chegaram à conclusão de que a automação será um fator chave no desenvolvimento futuro da logística interna. É possível testemunhar soluções automatizadas cada vez mais sofisticadas, e a tendência para sistemas totalmente automatizados está crescendo. O nível de automação na logística aumentará significativamente no futuro, à medida que os operadores estabelecerem controle e ordem nesses sistemas. (BARRETO, 2021). Segundo Slack (2009), a tecnologia da informação é a tecnologia que as organizações mais utilizam. Devido ao desconhecimento dos gestores quanto ao uso desse potencial, sua implementação pode se tornar bastante difícil. A criação dos códigos de barras em 1973, para identificar diversos produtos por meio de leitores também é reivindicado por Slack (2009). Códigos de barras são amplamente utilizados hoje para acelerar processos e acompanhar produtos. Devido ao fato de todo recebimento, movimentação e separação ocorrerem via leitura de códigos de barras com auxílio de coletores, o WMS opera com pequena margem de erro. Isso permite o acompanhamento em tempo real dos produtos. Esses softwares aumentam a velocidade do processo além de automatizá-lo, aumentando a confiabilidade do processo e reduzindo erros.

Esses sistemas têm o potencial de maximizar as operações da empresa em duas áreas principais: Redução de custos e melhor atendimento ao cliente. A redução de custos se deve a

melhorias na eficiência de todos os recursos operacionais, incluindo ferramentas e mão de obra, entre outros. (CORRÊA, 2014). Demonstra-se ainda que à medida que a tecnologia avança, as operações tornam-se mais automatizadas, integrando atividades de diversos setores dentro de uma organização e possibilitando maior controle sobre a logística, aumentando a produtividade e a adaptabilidade às mudanças do mercado. (SA, 2009; apud OLIVEIRA, 2013).

Os transelevadores, também conhecidos como Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), são equipamentos de movimentação de estoque utilizados para colocar e retirar produtos em ambientes de produção e distribuição. Segundo Roodbergen e Vis (2008), um transelevador é um sistema que pode movimentar todos os *pallets* sem a interferência de um operador, portanto, produzindo uma série de benefícios como, por exemplo, redução de custos de mão de obra, redução da necessidade de espaço, alta confiabilidade e diminuição das taxas de erro.

Segundo o fabricante Scheffer Logística, o transelevador é um dispositivo de movimentação e armazenamento de materiais que pode operar nos modos manual, semiautomático ou automático. Isso funciona por meio de software de controle, eliminando a necessidade de operadores a bordo. Ele é projetado para armazenar em alta velocidade em corredores estreitos e em grandes altitudes, separando e armazenando a carga com segurança e precisão. Permite o gerenciamento automatizado de cargas integradas em armazéns verticais de altura elevada. Equipamentos, controles, dados e sistemas trabalham juntos para se comunicarem de forma automática, rápida e precisa. (SELL, HAMANN, NOLASCO, 2013).

2.5 WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM (WMS)

Com a introdução dos sistemas de informação, especificamente os sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), as empresas adotaram a adição de novos módulos aos seus sistemas para acomodar o máximo de processos em um único sistema e fonte de dados. (YOUNG, 2009; apud TRINDADE, 2016). Os sistemas de gestão de armazéns surgem nesse cenário, possibilitando o aprimoramento das atividades. Segundo Banzato (2005), o WMS é fundamental para alcançar uma gestão mais eficaz do estoque onde são tomadas decisões rápidas e inteligentes. Como resultado, as organizações estão fazendo uso da tecnologia da informação, incluindo o software WMS.

De acordo com Moura (1998), WMS é a “integração de software, hardware, espaço, equipamentos, controle de estoque e recursos de mão de obra nos armazéns. Ainda segundo Moura (1998), a função primária de um WMS é coordenar, controlar e registrar cada movimento físico dentro da área. Para Barros (2005), seguindo Franklin (2003), a principal função de um WMS, é indicar o melhor local para armazenar cada produto no momento do recebimento. Isso elimina a necessidade de o operador percorrer todo o armazém para realizar a mesma tarefa procurando locais disponíveis para armazenamento e garantindo que os produtos sejam armazenados com segurança.

O WMS fornece informações mais precisas, o que reduz o tempo necessário para localização e movimentação do produto. Como resultado, o tempo que os produtos ficam no armazém é reduzido. (ALVES, 2000; apud KREMER, RIBEIRO, 2017). Quando bem utilizado, o WMS pode ainda proporcionar à empresa usuária três benefícios principais: Aumento da precisão das informações de estoque, ampliação da velocidade e qualidade das operações de armazenamento e aumento da produtividade do pessoal e dos equipamentos utilizados nesse processo. (COSTA, GOOBO JUNIOR, 2008).

A dinâmica do sistema abrange o registro de cada movimento por meio de leitores de código de barras e o envio dos dados ao software em tempo real. Isso possibilita o monitoramento contínuo da operação, permitindo uma tomada de decisão mais rápida e reduzindo a ineficiência. Como resultado desse controle, os usuários terão melhor visibilidade da situação atual, capacidade de melhorar sua precisão e capacidade de separar pedidos, agregando agilidade ao processo de envio e otimizando o gerenciamento das atividades operacionais. (VAIDYANATHAN, DEVAJI, 2008).

O WMS tem uma variedade de funções que suportam as estratégias de logística direta de uma organização. Ribeiro, Silva e Benevuto (2006), afirmam que as funções primordiais do WMS são a rastreabilidade das operações, estoques físicos rotativos e generalizados, planejamento e controle de capacidade, definição das características de uso para cada local de armazenamento, um sistema de classificação de itens e controle de lotes, datas para liberação de quarentenas e situações para controle de qualidade.

Devido à capacidade do sistema de salvar todas as informações inseridas e geradas por ele, o software é capaz de eliminar o uso de formulários em papel que antes eram usados para controlar todo o processo. De acordo com a Fabrimatel (2014), os principais objetivos do

sistema são reduzir o tempo gasto na movimentação dos produtos, planejar recursos, eliminar ruídos, reduzir custos operacionais, evitar perdas e deslocamentos de materiais decorrentes das operações e fornecer aos clientes um serviço mais prático, eficaz e eficiente. Ou seja, o sistema ajuda e beneficia o negócio por ser muito preciso, além de reduzir a quantidade de mão de obra humana que, em muitos casos, resulta em desperdício de material que poderia ter sido evitado. Também oferece a organização uma vantagem sobre seus rivais porque é rápido para operar e entregar as mercadorias solicitadas, o que é conhecido como vantagem competitiva.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa se classifica como aplicada por se tratar de um estudo de caso dos processos logísticos internos de um armazém automatizado. De acordo com o autor Neuman (2007), os objetivos de uma pesquisa aplicada podem variar e incluir o desenvolvimento de uma compreensão geral de um determinado fenômeno ou condição, a criação de novas ideias ou a compreensão dos fatos fundamentais que cercam uma determinada situação. Além disso, a pesquisa pode ser usada para categorizar ou criar novas categorias, identificar processos causais ou definir estágios do processo. A primeira abordagem de pesquisa é conhecida como exploratória e a segunda, descritiva. No entanto, ainda há um terceiro objetivo de pesquisa: testar hipóteses, apoiar ou contrapor uma explicação e decidir qual tipo.

Já sobre o estudo de caso, ele é tipicamente associado à pesquisa descritiva ou exploratória, porém não se limita a esses formatos e pode ser utilizado para testar uma teoria ou construir uma teoria. A intensidade do estudo do objeto, pessoa, grupo, organização, incidente ou situação é sua principal característica. Pode envolver um caso específico ou vários, combinando diferentes técnicas de coleta de dados, como análise de documentos, entrevistas, perguntas e observações. As evidências podem ser qualitativas e quantitativas. Por exemplo, é prática comum coletar dados por meio de entrevistas ou observações (coleta de dados qualitativos) e codificar os dados para que análises estatísticas das informações possam ser realizadas sobre eles. Na abordagem conhecida como Análise Comparativa Qualitativa (QCA), a álgebra booleana é utilizada para analisar dados qualitativos. (YIN, 1994; EISENHARDT, 1989).

O objeto de estudo foi um armazém automatizado denominado setor de estoque Transelevador, da empresa Tramontina S.A Cutelaria. Localizado na filial Divisão Starflon, em

Desvio Machado, Carlos Barbosa. Neste parque fabril são produzidos utensílios para cozinha como: panelas, frigideiras, formas e assadeiras. A empresa do ramo de metalurgia foi fundada no ano de 1911, na cidade de Carlos Barbosa, por Sr. Valentin Tramontina, filho de imigrantes italianos. O negócio iniciou como uma pequena ferraria, onde executava pequenos reparos para indústrias da região. E hoje trabalha com um mix de mais de 22 mil itens, entre eles utensílios e equipamentos para cozinha, eletrodomésticos, ferramentas para agricultura, jardinagem, manutenção industrial e automotiva, construção civil, materiais elétricos, móveis de madeira e plástico, além da linha de equipamentos dirigíveis. A empresa Tramontina S.A Cutelaria conta atualmente com aproximadamente 3.200 funcionários, divididos em três turnos de trabalho, somente a Divisão Starflon conta com aproximadamente 1.000 colaboradores.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO ARMAZÉM AUTOMATIZADO

No ano de 2008 foram iniciadas as obras para a implementação de um sistema automatizado de armazenagem e separação de produtos prontos, no qual estaria interligado ao setor de produção e expedição de mercadorias da empresa, de forma que otimizaria a logística interna entre os setores. O prédio foi construído em alvenaria e estruturas metálicas, ao todo possui mais de 10.200 m² de área construída. Para o armazenamento das mercadorias foi construído pela empresa Bertolini, um porta-pallet com 21.860 posições de capacidade, o prédio tem 18m de altura e conta com 10 corredores de dupla profundidade, com 9 níveis de altura e 31 níveis de profundidade, sendo que as movimentações dos pallets são realizadas por 4 transelevadores e 4 carrinhos SLS's, que tem a função de movimentar a mercadoria até os 3 *pickings* de separação de pedidos.

No ano de implementação deste projeto tecnológico que visava atender a necessidade de armazenagem e expedição dos produtos produzidos no parque fabril Starflon, foram investidos cerca de R\$ 12.250.000,00. Deste valor, R\$ 4.900.000,00 destinado a automação, R\$ 3.090.000,00 para a instalação da estrutura do porta pallets e R\$ 4.260.000,00 para a construção do prédio. Toda a parte de instalação dos equipamentos de automação e programação dos mesmos foram feitos pela Cassioli, empresa Italiana.

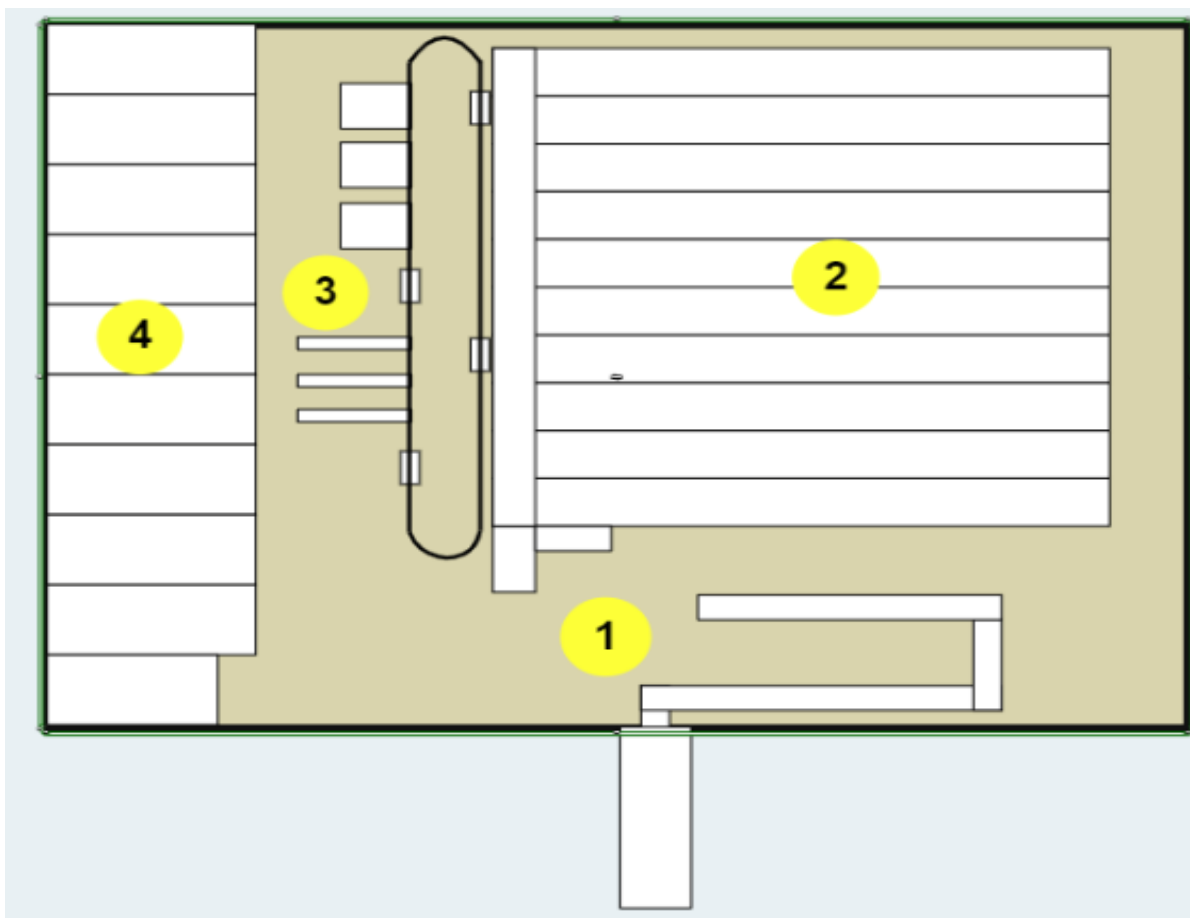
4.2 LAYOUT DO ARMAZÉM AUTOMATIZADO

Para otimizar a movimentação interna de embalagens, o armazém foi construído estrategicamente ao lado do prédio em que são produzidas as mercadorias, deste modo, os produtos são movimentados até o estoque através de correias transportadoras que interligam os dois prédios.

O layout do armazém é dividido em quatro áreas: recebimento e conferência; armazenagem; separação; expedição, de forma que haja uma perfeita harmonia na movimentação das mercadorias. Conta com 10 box's para acomodar os pedidos separados e 7 docas para realizar o carregamento das mercadorias expedidas.

O investimento nesta área trouxe para a empresa grandes benefícios, um deles por exemplo é a capacidade de armazenagem em menor espaço, para se ter uma ideia, há um outro prédio destinado a armazenagem na empresa com dimensões parecidas, porém a capacidade se reduz em 70% em relação ao armazém automatizado. Além disso, outra vantagem foi a acuracidade do estoque, redução de custos com funcionários, e a agilidade no atendimento dos pedidos. Abaixo segue uma representação gráfica da disposição do prédio do armazém automatizado, juntamente com a descrição das áreas.

Figura 1: Layout do prédio do armazém automatizado (vista superior).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Descrição das áreas:

Tabela 1: Descritivo das áreas do armazém.

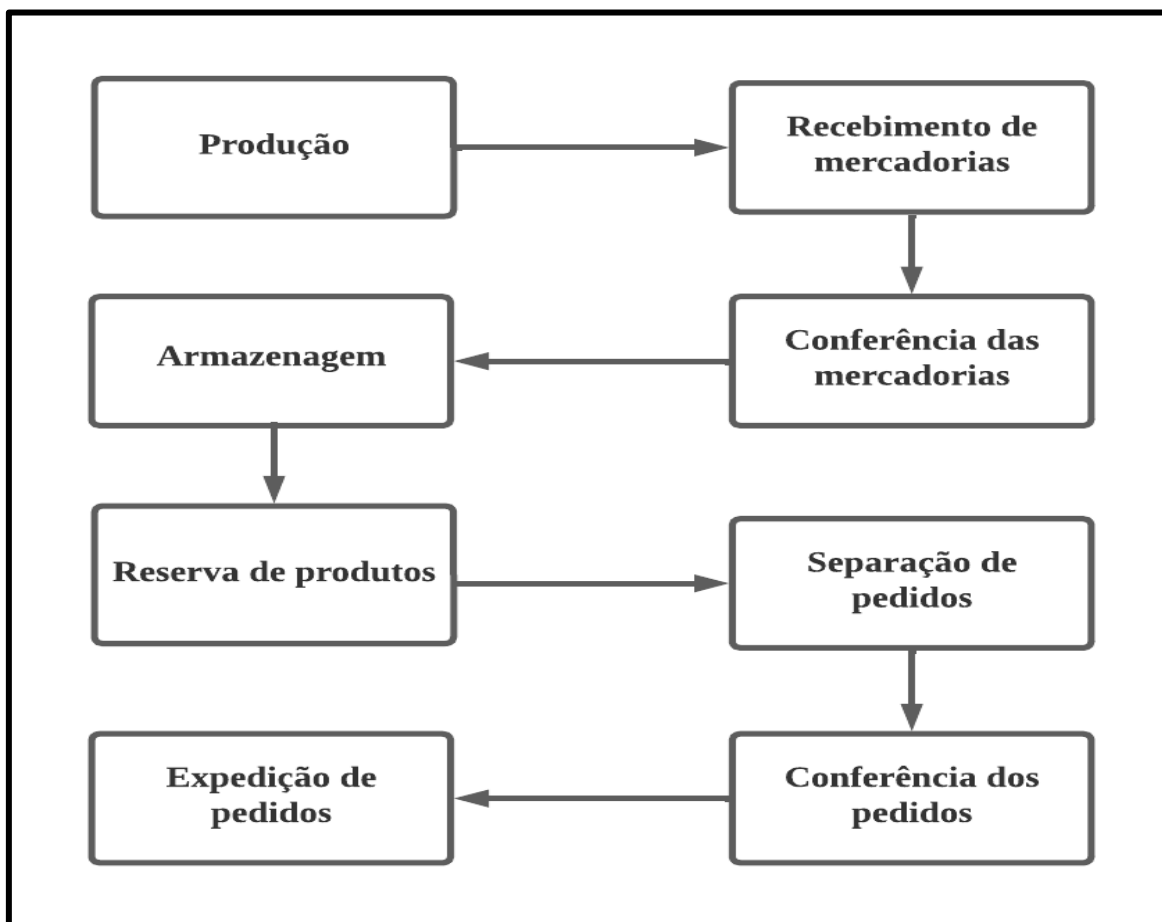
ÁREAS	DESCRIÇÃO
1	Área de recebimento e conferência da mercadoria vinda do setor de produção através de correias transportadoras, em seguida nesta mesma área é realizado a conferência das mesmas.
2	Área onde se localiza o porta-pallets com 10 corredores para realizar o armazenamento dos pallets.
3	Área de separação das mercadorias (pickings), é o local onde os pallets são destinados de forma automatizada para fazer a preparação dos pedidos.
4	Área onde se encontram os 10 box's para organizar os pedidos prontos para posterior embarque nas 7 docas de carregamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E PRINCIPAIS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

O principal objetivo do armazém automatizado é a otimização dos processos logísticos internos da empresa, visando principalmente a armazenagem e separação de mercadorias prontas. Dessa forma, as necessidades dos clientes podem ser atendidas em menor tempo possível, e a organização pode consolidar uma vantagem competitiva perante o mercado. Como resultado, foram identificadas as atividades que compõem o processo operacional da automação, desde o recebimento do material até a expedição da carga. Em seguida, foi criado o mapa do processo, que pode ser mostrado na imagem a seguir, juntamente com a descrição das principais atividades realizadas.

Figura 2: Mapeamento dos processos logísticos internos do armazém automatizado.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em informações e dados.

4.4 RECEBIMENTO DAS MERCADORIAS

É nesta área que é realizada o recebimento da mercadoria proveniente do setor de produção, e através de uma correia transportadora as embalagens são movimentadas até o setor de estoque. Já na entrada da correia está instalado um leitor de código de barras que faz a leitura do DUM 14 (código de barras que carrega as informações dos produtos), de cada embalagem. Por meio disso o sistema é alimentado com as informações referentes aos produtos, como por exemplo a quantidade total de caixas que entraram em estoque.

As embalagens são acomodadas por operadores em *pallets* de madeira, de forma que ficam bem dispostas no mesmo, sempre buscando aproveitar a área total do *pallet* para otimizar o armazenamento. Um *pallet* pode conter apenas um tipo de produto, por isso é chamado de monoproduto. No momento em que o *pallet* estiver totalmente completo pelo número previamente cadastrado de embalagens, o sistema emite um código de barras de forma automática, contendo informações sobre o produto e quantidade que constam a bordo do *pallet*.

4.5 CONFERÊNCIA DE MERCADORIAS

Após o processo de recebimento de mercadorias, o próximo passo é a conferência das mesmas, com o auxílio de *scanners* é possível fazer a leitura dos códigos de barras que estão dispostos no rodapé dos *pallets*, e o código que é gerado pelo sistema, desta forma é informado ao sistema de gerenciamento do armazém (HMS) qual produto está sob o *pallet* para posterior armazenamento. A utilização do *scanner* serve também para identificar se por um descuido foi misturado produtos diferentes no mesmo *pallet*, por isso é preciso realizar a leitura de todas as caixas dispostas no mesmo. Em seguida o material está pronto para o processo de armazenamento.

4.6 ENTRADA DE MERCADORIAS E ARMAZENAMENTO

Seguindo o fluxo das operações a próxima etapa é o armazenamento da mercadoria, por primeiro os *pallets* com as embalagens passam por uma inspeção, são colocados em uma esteira onde através de um mecanismo com sensores (foto-células), auxiliam a identificar alguma divergência na condição do *pallet* e o acomodamento das embalagens, caso ocorra, o sistema emite um alarme com o motivo da divergência, e em seguida o *pallet* é enviado a uma outra esteira lateral para posterior vistoria por um dos operadores.

Após a inspeção e a condição do *pallet* estiver de acordo, a mercadoria é movimentada por um elevador até um mezanino, que através do software HMS (Handling Management System), destina o *pallet* em uma posição para ser coletado por um traslo (elevador automático), e posteriormente armazenado em uma posição pré-estabelecida pelo sistema nas estruturas do porta-pallet. Este software HMS centraliza todas as informações com o intuito de controlar e comandar toda a lógica de movimentação e armazenagem do armazém automatizado, tanto as operações de entrada, saída, armazenagem e movimentação de materiais internamente.

4.7 RESERVA DE MERCADORIAS PARA PEDIDOS

Antes mesmo do pedido chegar a área de separação, o status é verificado no departamento de vendas. É verificado se a referência do produto que está incluído no pedido corresponde à quantidade solicitada pelo cliente, ressaltando que os produtos são sempre produzidos de acordo com os pedidos e sempre respeitam a quantidade mínima do pedido. Depois de determinado que o pedido pode ser atendido, é feita a reserva ou comprometimento da mercadoria.

Importante ressaltar que os pedidos só serão enviados a separação se for possível cumpri-los total ou parcialmente. Quando um ou mais itens não estiverem disponíveis para concluir uma solicitação, o pedido ficará com status transcrito, ou seja, em espera até que os itens em falta sejam produzidos levando em conta os níveis de disponibilidade de matéria-prima, de componentes e buscando dar prioridade na produção desses produtos.

4.8 SEPARAÇÃO DE PEDIDOS

Os pedidos a serem separados são enviados pelo setor de vendas, e existem basicamente dois tipos de pedidos, os de mercado interno e os de exportação. Os pedidos são recebidos através do sistema interno da empresa, onde posteriormente são impressos e destinados a área de separação, no documento do pedido existem informações importantes para os separadores se basearem e iniciarem o processo, tais como, número do pedido, quantidade e referência dos itens, metragem cúbica (volume), e transportadora que irá realizar o transporte do pedido até o cliente. Essas informações servem para se ter uma melhor organização e disposição da mercadoria, para assim facilitar a expedição da carga.

Para se dar início ao processo de separação no armazém automatizado, digita-se o número do pedido no sistema da empresa, que é integrado a um dos sistemas que faz o

gerenciamento dos pedidos. Desta forma, o software verifica quais são as referências (produtos) e qual a quantidade que se deseja retirar do armazém, após o sistema importar esses dados, a ordem (pedido) fica em fila de espera para ser executada, ou seja, iniciada a separação do pedido de forma automática pelo armazém automatizado.

4.9 MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NO ARMAZÉM AUTOMATIZADO

A movimentação dos materiais para armazenamento e para a separação de pedidos é realizada por meio de correias transportadoras, transelevadores, e carrinhos automáticos (SLS's), tudo isso é controlado por meio de um software HMS (Handling Management System), que faz o próprio gerenciamento das movimentações internas levando em conta algumas variáveis, tais como, data de armazenagem (FIFO), quantidade de caixas no *pallet* e menor esforço para realizar a operação. A partir disso, quando se dá o início do processo de separação de pedidos, o software envia os comandos para os traslos que iniciam os movimentos para a retirada dos *pallets*. Como o armazém conta com dupla profundidade, em alguns casos é necessário que o traslo efetue o movimento *swap*, (retirar o *pallet* da frente, para buscar o *pallet* que se encontra na 2ª profundidade). Após o traslo carregar a mercadoria desejada, realiza o movimento de depósito de *pallet*, em um local no início do corredor, na sequência um carrinho SLS se posiciona ao lado do *pallet* de forma em que o mesmo consiga embarca-lo, em seguida existem duas situações para o depósito:

1ª: quando o sistema entende que se faz necessário usar todas as embalagens que constam no *pallet*, o mesmo é depositado em uma saída de *pallets* completos;

2ª: quando o sistema entende que apenas uma parte das embalagens do *pallet* é necessária para realizar a operação, o mesmo é depositado em um *picking* de separação, para em seguida retirar apenas a quantidade desejada.

Cada pedido de venda tem sua característica, podendo variar a quantidade de referências e a quantidade de caixas por referência, conforme a necessidade do cliente. Para isso, existem 3 *pickings* de separação que auxiliam na consolidação da montagem do pedido, e 3 saídas de *pallets* completos correspondentes a cada *picking*. Os *pickings* são áreas compostas por esteiras e roletes que fazem a movimentação da mercadoria, esta área dispõe de um monitor para visualizar a quantidade de caixas a serem retiradas do *pallet*, assim como outras informações pertinentes em relação a gestão dos pedidos. Também contam com o auxílio de uma balança

para evitar possíveis erros na retirada de caixas. Após esta operação, o *pallet* com a sobra das caixas retorna ao armazém, efetuando o desconto da quantidade de forma automática.

4.10 CONFERÊNCIA E EXPEDIÇÃO DOS PEDIDOS

Logo após a finalização da separação dos pedidos, é necessário realizar a conferência dos mesmos para verificar se há alguma divergência nas referências e quantidades dos itens, para auxiliar é usado um *scanner* interligado ao sistema que faz a leitura dos códigos de barras (DUM 14) das embalagens referentes aos pedidos. Se a conferência estiver de acordo, através do *scanner* automaticamente são emitidas etiquetas com informações sobre o pedido como: número do pedido, nome do cliente e transportadora que realizara o transporte, posteriormente estas etiquetas são coladas em cada caixa correspondente ao pedido separado. A nota fiscal para posterior liberação para embarque da carga também é emitida pelo *scanner* de conferência.

Para realizar o embarque dos pedidos, o prédio conta com 7 docas com plataformas onde é possível posicionar 7 caminhões simultaneamente para coletar as mercadorias expedidas.

4.11 SISTEMAS DE CONTROLE E GESTÃO DO ARMAZÉM AUTOMATIZADO

O servidor HMS (Handling Management System), é a parte central do sistema de gerenciamento do armazém automático. Através desse servidor é que toda a comunicação com outros elementos de automação e com os programas integrados acontece, assim como todo o processamento e armazenagem de estado atual do armazém. É o elemento mais importante do sistema HMS, responsável por manter e comandar toda a lógica de armazenamento e movimentação do armazém automático.

O HMS apresenta um pacote de softwares, cada qual com uma função específica, mas que em conjunto, formam a ferramenta para interagir com o armazém automático como um único elemento:

- Client Manager: É a interface do usuário com o HMS. Nele é possível consultar e executar comandos de retirada (*picking*) e entradas de materiais. Em geral, é o software responsável pela interação do HMS com o usuário, portanto o software é usado para interagir com a gestão dos pedidos nas posições de *pickings* de separação.
- Report Manager: É a ferramenta de relatórios, nele é possível consultar dados de itens armazenados, nível de ocupação e histórico de ordens em tempo real. Estes dados são

disponibilizados em formato de relatório, e facilmente impressos ou exportados para consultas e análises de dados.

- Synoptic Manager: É o supervisor do sistema HMS. Nele é possível verificar o estado da planta em tempo real e histórico, estado das posições, alarmes, posição de material no armazém, etc. É a ferramenta de controle de baixo nível do sistema HMS, onde é possível intervir diretamente em um nível inferior de automação (CLP).

4.12 BENEFÍCIOS PARA A EMPRESA

A implementação dessa tecnologia voltada a automação dos processos logísticos internos, trouxe para a empresa uma série de vantagens. Inicialmente aumentou a capacidade de armazenamento em menor espaço, também por conta da automação, não é preciso o uso de empilhadeiras assim diminuindo custos de manutenções. É necessário um menor número de funcionários em relação a armazéns convencionais. Além disso, é importante salientar que a gestão e o controle do estoque de mercadorias se tornou mais eficiente, através da geração de relatórios em tempo real é possível tomar decisões com maior agilidade.

Diante de tudo isso, a empresa vem gerando melhores resultados, através da agilidade no atendimento dos pedidos, o que vem sendo um fator essencial para a competitividade da organização no acirrado mercado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade deste estudo de caso foi apresentar os processos funcionais de um armazém automatizado de uma empresa do ramo da metalurgia, sendo uma ferramenta de bastante importância para a logística interna da empresa, e que possui uma vasta capacidade de estocagem e movimentação de materiais. Através do descritivo dos processos, foi possível entender as atividades realizadas no armazém, desde o recebimento das embalagens, armazenagem, até a separação e expedição das mercadorias, assim como a caracterização do layout e os softwares de gerenciamento da automação do armazém.

Com a implementação desta tecnologia de automação dos processos logísticos, uma das principais vantagens foi o aumento da capacidade de armazenagem associado a redução dos custos operacionais, além de um maior controle e gestão de estoque aliado a acuracidade. É importante ressaltar que nos últimos anos o parque fabril em que se localiza o armazém

automatizado vem em constante expansão, tanto na área produtiva como o número de produtos produzidos, por isso atualmente apenas este tipo de estoque já não é mais suficiente para atender a demanda de armazenagem dos mais de 1200 itens manufaturados. Em virtude disto foi necessário construir outros prédios destinados a estocagem de mercadoria, mas de forma convencional.

As conclusões obtidas através da realização deste estudo indicam que o uso de sistemas automatizados de armazenagem eleva a qualidade dos processos logísticos da empresa, oferecendo mais vantagens em relação a espaço de armazenagem, menor custo operacional com funcionários, controle sobre o estoque e mais recursos para a tomada de decisão. Diante disso, nota-se que ao longo do tempo de uso, essa ferramenta tecnológica trouxe para a empresa impactos positivos como a satisfação de clientes, visto que a agilidade e comprometimento na entrega de pedidos vem se tornando um elemento importante na competitividade das organizações, desta forma a empresa já teve retorno sobre o investimento realizado nesta área. A soma desses resultados proporciona um melhor posicionamento diante das empresas que não utilizam esse tipo de automação na logística.

A limitação presente no trabalho, foi com relação com a metodologia utilizada, onde é possível encontrar inúmeros artigos abordando conceitos sobre o tema, porém há uma falta de conteúdos sobre o estudo de caso de equipamentos de automação na logística empresarial.

Como sugestão de futuras pesquisas, um estudo mais aprofundado sobre o retorno que uma empresa tem com a implementação deste tipo de projeto, levando em conta o tempo e o valor investido. Também estudos referentes a este tema podem ser realizados a fim de promover o uso desta tecnologia nas organizações, deste modo através da implementação conquistar melhores resultados nos negócios.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. L. L. **Implantação de Tecnologias de Automação de Depósitos:** um estudo de casos. 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BAGLIN, G. et al. **Management industriel et logistique.** Paris: Economica, 1990.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial.** Tradução de Raul Rubenich. 5. ed., p. 27., Porto Alegre: Bookman, 2006.

- BALLOU, R. H. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas 2007.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organizações e logística empresarial. São Paulo: BOOKMAN, pp 26, 2001.
- BANZATO, E. **Tecnologia da Informação aplicada à Logística**. São Paulo: IMAM, 2005.
- BARRETO, F. M. C., **Desenvolvimento de uma estratégia de automação num operador logístico**. 2021.
- BARROS, M. C. de. **Warehouse Management System (WMS)**: conceitos teóricos e implementação em um centro de distribuição. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Logística) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.
- BERTAGLIA, P. R., **Tecnologia da Informação Aplicada a Logística**. 2014.
- BEZERRA, A. L. B. **Vantagem Competitiva em Logística Empresarial Baseada em Tecnologia de Informação**. São Paulo, 2003.
- CARGOBR. **A importância da tecnologia na logística**. 2019.
- CARVALHO, J. M. C. de - **Logística**. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CORRÊA, J. E. Efficient consumer response (ecr) e a tecnologia de armazenagem, movimentação de materiais e automação logística. **E-locação | Revista científica da Faex**. Edição 06 – Ano 3 – Itajubá 2014.
- COSTA, W. A.; GOBBO JUNIOR, J. A. **Etapas de implementação de WMS**: estudo de caso em um varejista moveleiro. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**: Bauru, v. 4, n. 4, p. 101-121, 2008.
- COSTA, R. C. **Estudo de caso**: controle perdas no estoque durante o processo de recebimento e armazenagem de mercadorias em um supermercado atacado varejista. Vitória, 2017.
- EISENHARDT, K. M., **Building Theories from Case Study Research**. Academy of Management Review. 1989.
- FABBE-COSTES, N.; COLIN, J. Formulating Logistics Strategy. In: C. D. J. Waters; D. Waters (Eds.); **Global Logistics**: new directions in supply chain management. 1a ed., p.436, 2007. United Kingdom: Kogan Page Publishers.
- FABRIMATEL, **Sistema de armazenagem: WMS**: O que essa sigla significa? 2014.
- FERREIRA, K. A; RIBEIRO, P. C. C. **Tecnologia da Informação e Logística**: Os Impactos do EDI nas operações logísticas de uma empresa do setor automobilístico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ouro Preto, 2003.
- FRANKLIN, R. **Conhecimentos de Movimentação e Armazenagem**. Núcleo de Treinamento e Pesquisa da Consultoria InfoJBS, 2003.

- FRAZELLE E., **Supply Chain Strategy**, McGraw-Hill, United States of America, 2002.
- GODINHO, W. B. **Gestão de Materiais e Logística**. Curitiba: IBPEX, 2004.
- HASSAN, M. M. D. **A Framework for the design of warehouse layout**. Facilities, v.20, n. 13/14, p. 432-440, 2002.
- KOTLER, P. **Administração de marketing**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- KREMER, I., RIBEIRO M.A. **Melhoria e ampliação do WMS no gerenciamento de armazém: um estudo aplicado em uma empresa de soluções para o ramo da construção civil**. Ponta Grossa, 2017.
- LAMBERT, D. M. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.
- LACERDA, L. **Armazenagem e localização das instalações**. In: Fleury et al (orgs.) Log Empresarial - a perspectiva brasileira. cap.5 (Coleção COPPEAD de Administração). São Paulo: Atlas, 2000.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- LUCCAS, M. G.; SILVA, J. F. P. F.; MARQUES, K. M. R., **Armazenamento de materiais**. Fortaleza, 2017.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2000.
- MONTANHEIRO, W. J.; FERNANDES, L. A. **Gestão de estoques de materiais em uma confecção**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 5., 2008, Resende. Anais: Resende, Associação Educacional Dom Bosco, 2008.
- MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. São Paulo: IMAM, 1998.
- NASCIMENTO, M. E., **Implantação da ferramenta *warehouse management system* (wms) no gerenciamento do processo produtivo: estudo de caso da empresa Petronas lubrificantes brasil**. Belo horizonte, 2012.
- NAZÁRIO, P. **Importância de sistemas de informação para a competitividade logística**. In: FLEURY, P. F. et. al. Logística empresarial – a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000. cap. 9, p. 284-321.
- NEUMAN, W. L. **Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches**. U.S.: Pearson. (2007).
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- OLIVEIRA, L.A. **Benefícios do WMS para gestão de estoque: o caso da empresa “X”**. Natal, 2013.
- RIBEIRO, P. C. C.; SILVA, L. A. F.; BENVENUTO, S. R. S. **O uso de tecnologia da informação em serviços de armazenagem**. Produção, v. 16, n 3, p. 526-537, Set./Dez. 2006.

- ROODBERGEN, K.J. e VIS, I.F.A. **A survey of literature on automated storage and retrieval systems.** European Journal of Operational Research. 2008.
- RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica de Armazenagem.** São Paulo: Aduaneiras, 2003.
- SÁ, P. I. M. **Análise teórica sobre a implantação do sistema wms em centros de distribuição.** São Paulo, 2009.
- SCHULZE L. E WULLNER A., “The Approach of Automated Guided Vehicle Systems” 2006.
- SELL, A.R., HAMANN, E., NOLASCO, L. E., **Projeto e implementação de um sistema automático de armazenamento: transelevador didático.** Joinville, 2013.
- SILVA. S. S., **A automação como tecnologia operacional em centro de distribuição.** Jundiaí, 2021.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TRINDADE, F. D. **A implementação de um sistema WMS em uma empresa de bebidas.** João Monlevade, 2016.
- VAIDYANATHAN, G.; DEVARAJ, S. The role of quality in e-procurement performance: an empirical analysis. **Journal of Operations Management.**South Bend:v. 26, n. 1, p. 407-425, 2008.
- YIN, R K., **Case study research: Design and Methods.** U.S.: Sage. 1984.
- YOUNG, J. **Selecting, Buying, Installing and Using a Modern Warehouse Management System.** Lulu.com. 2009.