

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E
ATUARIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

IOT NA CADEIA DE SUPRIMENTOS LATINO-AMERICANA

Luigi Gammardella

São Paulo - SP

2024

Luigi Gammardella

IOT NA CADEIA DE SUPRIMENTOS LATINO-AMERICANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Administração, do Departamento de Administração, da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Administração, orientado pelo Professor Lawrence Chung Koo

São Paulo - SP

2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 Internet das Coisas (IoT)	7
2.2 Cadeia de Suprimentos na América Latina	9
2.3 Dispositivos IoT na Cadeia de Suprimentos	13
2.4 Casos de Sucesso	15
2.5 Privacidade na Implementação da IoT	17
2.6 Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Suprimentos com IoT	20
2.7 Integração da IoT com Outras Tecnologias Emergentes	21
2.8 Desenvolvimento de Habilidades e Capacitação na América Latina	22
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho se concentra na aplicação da Internet das Coisas (IoT) na cadeia de suprimentos latino-americana, explorando como a adoção de dispositivos IoT, como sensores e rastreadores, está transformando a gestão de estoques, transporte e distribuição na região. A cadeia de suprimentos cumpre um desempenho fundamental no funcionamento eficiente da economia global, e a América Latina, com sua vasta extensão geográfica e complexidade logística, não é exceção (LANGLEY *et al.*, 2020).

No entanto, para Fritz e Silva (2018), as operações de cadeia de suprimentos nessa região muitas vezes enfrentam desafios únicos, incluindo infraestrutura variável, questões de segurança e instabilidade econômica em alguns países. Nesse contexto, a IoT surge como uma tecnologia disruptiva que promete revolucionar a gestão de estoques, transporte e distribuição na América Latina. A IoT envolve a interconexão de dispositivos e sensores que coletam e compartilham dados em tempo real, permitindo um monitoramento preciso e uma tomada de decisão mais informada em todos os estágios da cadeia de suprimentos (DANTA, 2021).

À medida que empresas latino-americanas começam a adotar essa tecnologia, surgem oportunidades significativas para melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e aprimorar a visibilidade ao longo de toda a cadeia de suprimentos, impactando positivamente a economia regional. O contexto latino-americano, com sua diversidade geográfica e desafios logísticos específicos, cria um cenário fascinante para examinar como a IoT está sendo implementada e adaptada (COLE *et al.*, 2019).

Nesse contexto, a problemática que surge é: Como superar os desafios únicos enfrentados pela América Latina, como infraestrutura variável, questões de segurança e instabilidade econômica, para garantir uma implementação bem-sucedida da IoT na cadeia de suprimentos e colher os benefícios da eficiência e visibilidade melhoradas?

O objetivo geral deste trabalho é investigar e compreender a influência da Internet das Coisas (IoT) na gestão da cadeia de suprimentos latino-americana, analisando como a adoção de dispositivos IoT está remodelando as operações de estoque, transporte e distribuição na região. Além disso, busca-se verificar como a implementação bem-sucedida da IoT pode superar os desafios logísticos específicos da América Latina, contribuindo para a otimização das operações, a redução de custos e o aprimoramento da visibilidade em toda

a cadeia de suprimentos, em última instância, impactando positivamente a economia regional.

A escolha do tema "IoT na Cadeia de Suprimentos Latino-Americana" se deve à sua grande relevância e importância prática e acadêmica. No cenário logístico complexo da América Latina, a implementação da IoT oferece oportunidades valiosas para melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e aprimorar a visibilidade em toda a cadeia de suprimentos. Isso é vital para enfrentar os desafios logísticos específicos da região, como infraestrutura variável e questões de segurança. Além disso, academicamente, a pesquisa sobre esse tema contribui para o desenvolvimento de conhecimento sobre a adoção da IoT em contextos regionais, oferecendo perspectivas importantes para acadêmicos e profissionais interessados na melhoria das operações logísticas na América Latina. Portanto, a escolha desse tema é justificada pela sua pertinência e potencial impacto positivo no campo acadêmico e na prática empresarial na região.

A pesquisa conduzida neste estudo tem como abordagem metodológica a revisão bibliográfica, focando na exploração da aplicação da Internet das Coisas (IoT) na gestão de cadeias de suprimentos na América Latina. A natureza exploratória e descritiva do estudo permite uma análise aprofundada dos impactos da implementação da IoT, abordando como essa tecnologia está sendo adaptada e quais são suas contribuições para otimizar os processos logísticos na região. A coleta e análise de artigos acadêmicos, relatórios técnicos e estudos de caso relacionados à IoT na cadeia de suprimentos latino-americana servirão como base para compreender as tendências, desafios e benefícios dessa tecnologia nesse contexto específico. A revisão bibliográfica visa fornecer uma sólida fundamentação teórica para o estudo, permitindo uma compreensão aprofundada e informada das implicações da IoT na gestão de cadeias de suprimentos na América Latina.

A estrutura deste trabalho foi cuidadosamente organizada para oferecer uma melhor compreensão do tema. Inicialmente, na seção de introdução, é fornecida uma visão geral do assunto, destacando a importância da Internet das Coisas e seu impacto na cadeia de suprimentos na América Latina. Essa seção também delinea a estrutura do trabalho, indicando as principais partes que serão exploradas em detalhes.

Na segunda parte, o referencial teórico é subdividido em tópicos essenciais. O trabalho começa com uma explanação sobre a IoT, delineando sua evolução histórica e sua definição central. Em seguida, mergulha na realidade da cadeia de suprimentos na América Latina, destacando sua diversidade, desafios e potencial. Finalmente, na terceira parte, concentra-se na análise dos dispositivos IoT e seu papel fundamental na otimização das

operações logísticas. Examina-se como a IoT oferece visibilidade, eficiência e controle em tempo real, abordando desafios específicos enfrentados na região.

Por fim, na quarta parte, destacam-se casos de sucesso que exemplificam a aplicação bem-sucedida da IoT em empresas latino-americanas, como o Grupo Bimbo, Klabin e a Cervecería y Maltería Quilmes. Ao final, o trabalho é concluído com uma síntese das principais descobertas, seguida pelas referências bibliográficas que sustentaram a pesquisa.

No decorrer deste estudo, não foram encontradas dificuldades significativas em termos de bibliografia, metodologia ou pesquisa. A disponibilidade de fontes bibliográficas relevantes sobre a aplicação da IoT na cadeia de suprimentos latino-americana permitiu uma revisão fundamentada da literatura. Portanto, o processo de condução deste estudo transcorreu sem desafios significativos, possibilitando uma abordagem sólida e embasada das questões relacionadas à IoT na gestão de cadeias de suprimentos na América Latina.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) representa uma inovação tecnológica que tem redefinido nossa relação com o ambiente digital e físico. A IoT, como aponta Carvalho *et al.* (2023) surgiu como conceito nas últimas décadas do século XX, com as bases sendo estabelecidas por visionários como Mark Weiser e sua visão de "computação ubíqua" na década de 1990. No entanto, o termo "Internet das Coisas" foi cunhado por Kevin Ashton em 1999, enquanto trabalhava na tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) na Auto-ID Labs, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). O conceito ganhou impulso e visibilidade significativos nas duas primeiras décadas do século XXI (ROSA *et al.*, 2022).

Magrani (2021) destaca que a IoT é a interconexão de dispositivos físicos, objetos e sistemas à internet, criando uma rede global de comunicação entre eles. Esses dispositivos, conhecidos como "coisas", são equipados com uma variedade de sensores, hardware e software que possibilitam a coleta de dados em tempo real de seu ambiente e de suas operações. Esses dados são transmitidos pela internet para sistemas de processamento e análise, onde são transformados em informações úteis.

“A Internet das Coisas é um termo abrangente para uma ampla gama de tecnologias e serviços subjacentes que, por sua vez, fazem parte de um ecossistema mais amplo. A interconexão de dispositivos físicos com possibilidades de detecção e comunicação (por meio de sensores e atuadores), não é um conceito novo, no entanto, no que cerne à Internet das Coisas, os endpoints físicos estão conectados através de endereços de IP exclusivos pelos quais dados podem ser reunidos e comunicados. Com previamente elucidado, essa comunicação de dados acontece através de software, sendo, por fim, armazenada na nuvem”. (CARRION; QUARESMA, 2019, p. 55).

O que torna a IoT particularmente poderosa, na perspectiva de Jaidka, *et al.* (2020), é sua capacidade de automatizar a coleta e o compartilhamento de dados entre essas "coisas", sem a necessidade de intervenção humana constante. Isso permite que as "coisas" tomem decisões automatizadas com base nas informações coletadas, otimizando processos, melhorando a eficiência e até mesmo prevenindo problemas antes que ocorram. A IoT busca criar um ambiente inteligente e conectado, onde objetos do cotidiano, desde eletrodomésticos a veículos e equipamentos industriais, podem se comunicar, colaborar e tomar ações informadas para melhorar nossas vidas e operações em diversas áreas.

Os principais objetivos da IoT incluem automatização e otimização de processos em diversos setores, como saúde, agricultura, indústria e transporte, melhoria da qualidade de vida através de casas inteligentes e cidades conectadas, coleta de dados para análise e tomada de decisões informadas, e aumento da eficiência energética e sustentabilidade (NIŽETIĆ *et al.*, 2020)

Como descrito por Pal *et al.* (2020) A implementação da IoT enfrenta uma série de desafios, incluindo segurança e privacidade, escalabilidade, interoperabilidade, consumo de energia e gerenciamento de dados. A arquitetura da IoT é geralmente dividida em quatro camadas: a camada de percepção, que inclui sensores e dispositivos que coletam dados do ambiente; a camada de comunicação, responsável pela transmissão de dados entre dispositivos e a nuvem; a camada de processamento, que realiza a análise e o processamento dos dados coletados; e a camada de aplicação, que aplica os resultados da análise para fins específicos, como controle de dispositivos ou tomada de decisões.

“[...] a IoT enfrentará muitos desafios, especialmente relacionados à arquitetura de IoT, com a proposta de privacidade e segurança. Isso porque precisa abordar vários fatores, como escalabilidade, interoperabilidade e confiabilidade, QoS (Quality of Service). Ademais, as ações precisam ser em torno do gerenciamento de nomes e identidades; interoperabilidade e normalização; privacidade das informações; objetos de segurança, confidencialidade e criptografia de dados; segurança de rede; espectro e ecologização da IoT”. (SILVA, 2018, p. 36).

Dois dos principais protocolos empregados na Internet das Coisas (IoT) incluem o MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), um protocolo de mensagens de baixo peso e alto desempenho para a troca de informações entre dispositivos IoT e servidores, e o CoAP (Constrained Application Protocol), desenvolvido especialmente para dispositivos com recursos restritos, como sensores de baixo consumo energético. Esses protocolos possibilitam uma comunicação eficiente e ágil na IoT, atendendo às demandas de dispositivos com capacidades limitadas (SANTO *et al.*, 2018).

As normas para a Internet das Coisas, são destacadas por Salman e Jain (2019), como fundamentais na garantia da interoperabilidade, segurança e confiabilidade dessa tecnologia em constante evolução. A definição de padrões claros e universalmente aceitos é essencial para permitir que dispositivos IoT de diferentes fabricantes e sistemas operem de forma harmoniosa e se comuniquem efetivamente. Isso promove a criação de ecossistemas abertos e interconectados, facilitando a integração de dispositivos em aplicações diversas, desde cidades inteligentes até saúde e manufatura.

As normas desempenham uma função crítica na abordagem dos desafios de segurança e privacidade inerentes à IoT. Elas estabelecem diretrizes para proteger os dados sensíveis coletados pelos dispositivos IoT e para garantir que as comunicações entre esses dispositivos e as redes sejam seguras contra ameaças cibernéticas (MAGRANI, 2021). As normas também abordam questões éticas e legais relacionadas à privacidade do usuário, estabelecendo princípios que protegem os direitos individuais enquanto permitem o aproveitamento dos benefícios da IoT (GREENGARD, 2021).

2.2 Cadeia de Suprimentos na América Latina

A América Latina é uma região diversificada, composta por países que se estendem desde o México, no norte, até a Argentina e o Chile, no sul. É uma área rica em história, cultura e recursos naturais. A região é conhecida por suas paisagens deslumbrantes, que incluem a floresta amazônica, as montanhas dos Andes e praias paradisíacas. A América Latina abriga uma população culturalmente diversificada, com influências indígenas, europeias, africanas e asiáticas, que se refletem na culinária, música e tradições únicas de cada país (RAMOS, 2022).

Apesar de suas muitas riquezas, Svampa (2019) salienta que a América Latina enfrenta desafios significativos, como desigualdade econômica, instabilidade política e questões sociais complexas. No entanto, a região também tem mostrado resiliência e potencial de crescimento. Vários países latino-americanos têm experimentado um crescimento econômico notável nas últimas décadas e têm se destacado cada vez mais no cenário global. A América Latina continua a ser um lugar de grande interesse e promessa, com uma tradição vibrante e uma população que busca um futuro melhor (RODRIK, 2018).

A crescente importância do mercado e da distribuição de suprimentos na América Latina tem sido impulsionada por diversos fatores, incluindo o aumento do comércio internacional e o crescimento das indústrias na região. Grandes empresas de logística, como a DHL, FedEx e UPS, têm expandido suas operações na América Latina para atender à crescente demanda por serviços de transporte e armazenamento, conforme descrevem Wang *et al.* (2021). Ademais, a pandemia de COVID-19 destacou a importância da cadeia de suprimentos e da logística eficiente, levando muitas empresas a investirem na modernização e otimização de suas operações (PUJAWAN; BAH, 2022).

Os setores de agricultura, mineração e manufatura têm sido evidenciado na expansão do mercado de suprimentos na América Latina. Países como Brasil, México, Chile e

Argentina têm se destacado na produção e exportação de *commodities*, aumentando a demanda por serviços de logística para o transporte desses produtos para os mercados globais (ALENCAR *et al.*, 2018). Para Li (2020), o comércio eletrônico também está em ascensão na região, à medida que mais consumidores compram online, criando uma demanda adicional por soluções de distribuição e logística. A América Latina continua a atrair investimentos nesse setor, à medida que as empresas reconhecem seu potencial de crescimento e oportunidades em uma região geograficamente estratégica.

A cadeia de suprimentos, muitas vezes chamada de "*supply chain*" em inglês, é um conceito fundamental na gestão de operações e logística de empresas. Bath *et al.* (2021) dizem que se trata de um sistema interconectado e complexo que engloba todas as etapas envolvidas no processo de produção e entrega de produtos ou serviços, desde a obtenção de matérias-primas e componentes até a distribuição do produto final ao consumidor. Em essência, a cadeia de suprimentos representa a jornada que um produto percorre, desde sua concepção até sua chegada às mãos do cliente.

“Supply Chain Management (SCM) é uma forma de vincular fornecedores, fábricas, armazéns e lojas, a fim de garantir que os produtos sejam entregues na quantidade correta, no lugar certo e no momento certo, garantindo uma integração estratégica da Cadeia de Suprimentos. Este termo é definido como um deslocamento de materiais e informações correlacionados, com o objetivo de atender o cliente final”. (LEITE; NOGUEIRA, 2022, p. 47847).

Essa jornada inclui a gestão de fornecedores, a produção, o armazenamento, o transporte, a distribuição e até mesmo a gestão de informações e recursos financeiros ao longo do caminho. A eficiência e a eficácia da cadeia de suprimentos cumprem um desempenho importante na determinação da competitividade de uma empresa, pois afetam diretamente custos, qualidade, disponibilidade de produtos e o atendimento às demandas dos clientes (DAS, 2018).

No contexto da gestão de cadeias de suprimentos globais, Thien *et al.* (2019) reforçam de que é fundamental compreender os componentes essenciais da utilidade econômica, que envolvem a agregação de valor aos produtos por meio da consideração do tempo, lugar, forma e posse. Enquanto a eficiência logística, a qualidade dos produtos e a entrega oportuna são de suma importância, as cadeias de suprimentos também são suscetíveis a vulnerabilidades que podem comprometer seu funcionamento adequado.

Analisando os elementos essenciais da utilidade econômica, percebe-se que valor é incorporado aos produtos em relação à sua utilidade no que se refere a tempo, localização,

configuração e propriedade. Enquanto considerações temporais e espaciais desempenham um papel crucial na teoria contemporânea da logística, a utilidade relacionada à configuração pode ser compreendida como estar na "condição adequada" ou de qualidade exigida e isenta de danos. A utilidade relativa à posse diz respeito a entregar os produtos nas mãos do cliente apropriado .

A expansão das cadeias de suprimentos globais por parte de muitas das empresas internacionalmente reconhecidas nos países desenvolvidos começou a influenciar a maneira como as operações empresariais são gerenciadas na América Latina. Conforme os canais de informação continuam a evoluir, as oportunidades de movimentação de mercadorias aumentam de forma correspondente (KSHETRI, 2018). As empresas globais persistem em sua busca por redução de despesas, portanto, a capacidade de fornecer cadeias de suprimentos efetivas e eficazes, com tempos de entrega previsíveis e curtos, emergiu como o novo paradigma de negócios (BELHADI, 2022).

As cadeias de suprimentos, como afirmado anteriormente, são geralmente estruturas frágeis construídas pela combinação de entidades participantes que movimentam bens ou informações dentro de uma rede (BATH *et al.*, 2021). Para Raweewan e Ferrell Jr (2018), Empresas individuais podem ter centenas ou milhares de cadeias de suprimentos discretas, e mesmo nesses casos, muitos dos participantes são comuns a duas ou mais cadeias. A maioria delas é estabelecida para maximizar eficiência e, assim, tende a ser mais frágil. O resultado final é que a cadeia de suprimentos se torna vulnerável, uma vez que não funciona corretamente e está sujeita a uso inadequado por terceiros.

O mau funcionamento, de acordo com Wissmann (2021), geralmente está associado a falhas na gestão física de algum participante na cadeia que não entrega o bem ao próximo participante a tempo. Isso pode ocorrer por várias razões, como falhas nos equipamentos, perda da carga, falta de equipamentos, falta de operadores ou atrasos nas conexões dos transportadores. Além disso, é possível que o bem errado seja enviado, ou danificado, ou em quantidade errada. Da mesma forma, o fluxo físico pode ser obstruído por falhas no fluxo de informação.

Erros comuns costumam estar relacionados a situações em que a informação não é adequadamente compartilhada entre os envolvidos, é transmitida de forma incorreta ou sofre atrasos na comunicação (LEE *et al.*, 2021). No âmbito do comércio internacional, Ganne (2018) expõe que a movimentação das mercadorias não ocorre sem a devida documentação. As autoridades aduaneiras retêm as mercadorias até que as tarifas aduaneiras aplicáveis sejam devidamente avaliadas, sendo necessário fornecer à autoridade competente a

documentação apropriada para esse fim. Todas essas situações envolvem riscos que podem ser gerenciados, reconhecidos ou simplesmente negligenciados.

A utilização indevida da cadeia de suprimentos ocorre quando se tenta interromper o fluxo de bens ou informações, seja por uma entidade que faz parte da cadeia ou por terceiros externos. Ambos os casos acarretam em consequências similares, uma vez que envolvem o uso da cadeia de suprimentos para mover materiais, muitas vezes de maneira ilegal, sem o conhecimento do legítimo proprietário do processo (CHRISTOPHER, 2022). É mais esclarecedor examinar interrupções ou usos inadequados considerando as razões subjacentes que os motivam, que podem variar desde as mais simples até as mais abrangentes.

Historicamente, o conceito de vulnerabilidade da cadeia de suprimentos descritos por Ganesh e Kalpana (2022), tem se concentrado nas interrupções causadas pelos participantes da cadeia, com foco em soluções que visam à obtenção de flexibilidade, permitindo o desenvolvimento de alternativas para mitigar possíveis falhas. Essas soluções, especialmente aquelas direcionadas a uma única empresa, se concentram nas vulnerabilidades mais evidentes. No entanto, apenas recentemente, em meio a ameaças como roubos de mercadorias, tráfico de drogas, armas e ataques terroristas, a segurança da cadeia de suprimentos emergiu como uma questão de interesse crucial (LUND *et al.*, 2020).

Enquanto alguns países expressam preocupações em relação à infraestrutura de transporte e às implicações de possíveis terroristas introduzindo armas de destruição em massa em áreas urbanas, outros estão inquietos com o impacto econômico que resultaria de uma interrupção na cadeia de suprimentos (GUPTA *et al.*, 2020; KOVÁCS; FALAGARA SIGALA, 2021). Tal interrupção causaria escassez de produtos em um ambiente empresarial acostumado a operar com estoques frequentemente reduzidos a questão de dias, às vezes horas.

Para Smit *et al.* (2020), as transformações mais significativas que começam a moldar a cadeia de suprimentos dizem respeito à necessidade de os responsáveis pelos processos não apenas identificarem novos participantes na rede, mas também garantirem a realização de processos de *due diligence* adequados ao incorporá-los à cadeia. Isso implica que os gestores de transporte, distribuição, compras e fornecimento devem adquirir profundo conhecimento sobre as empresas de transporte de carga e seus intermediários.

2.3 Dispositivos IoT na Cadeia de Suprimentos

Diante do contexto apresentado acima, a IoT emerge como uma tecnologia com o propósito de mitigar esses riscos, bem como abordar uma série de desafios que podem interromper o fluxo de operações na cadeia de suprimentos da América Latina (BEN-DAYA *et al.*, 2019). Ela se destina a suprir as necessidades de todas as etapas da cadeia, desde a gestão de estoques até a distribuição, oferecendo visibilidade, eficiência e controle em tempo real. Com a IoT, Maiti *et al.* (2019) dizem que é possível monitorar ativos, identificar gargalos e realizar ajustes em tempo hábil, garantindo a continuidade das operações e a maximização da eficiência em um ambiente logístico diversificado e desafiador como o da América Latina.

Um exemplo notável da contribuição dessas tecnologias na cadeia de suprimentos da é o uso disseminado de sensores de temperatura e umidade, como os sensores de *termohigrômetro*. Esses dispositivos têm a capacidade de medir a temperatura e a umidade relativa do ambiente em tempo real, fornecendo informações categóricas para garantir que produtos perecíveis sejam mantidos em condições ideais durante todo o transporte e armazenamento (CHONG *et al.*, 2023).

Lea (2020) demonstra que também existem sensores de temperatura específicos, como termistores e termopares, que se concentram exclusivamente na medição precisa da temperatura e são aplicados em diversos contextos logísticos para preservar a integridade de produtos sensíveis às variações térmicas. A combinação desses sensores de temperatura e umidade possibilita o controle preciso do ambiente de armazenamento e transporte, assegurando que produtos perecíveis, como alimentos e medicamentos, cheguem ao destino em perfeitas condições de qualidade e segurança.

Para Gomes e Ribeiro (2020) os Dispositivos de Rastreamento GPS oferecem uma visibilidade em tempo real das operações logísticas, permitindo o monitoramento preciso da localização de cargas, veículos de transporte e contêineres de carga. Isso possibilita uma supervisão eficaz de toda a cadeia, tornando possível acompanhar o progresso das entregas, identificar desvios ou atrasos e responder de maneira ágil a imprevistos. Esses dispositivos são fundamentais na otimização das rotas de entrega, permitindo que as operações sejam executadas de forma mais eficiente e econômica.

Essa capacidade de otimização não apenas economiza tempo, mas também reduz os custos operacionais, como consumo de combustível. Adicionalmente, os dispositivos de rastreamento GPS contribuem significativamente para a segurança das operações logísticas,

ajudando a prevenir roubos e fornecendo uma camada adicional de proteção para cargas valiosas (MATOS, 2021).

Diante dos desafios econômicos enfrentados por alguns países da América Latina, surge uma abordagem que se destaca como contribuinte para a mitigação dessas pressões financeiras: a implementação de tecnologias como os medidores inteligentes. Em contextos industriais, esses dispositivos se mostram significativos ao monitorar o consumo de energia e recursos com precisão e em tempo real (JAGTAP; GARCIA-GARCIA, 2021). Essa capacidade de monitoramento possibilita às empresas uma gestão mais eficiente de custos, ao identificar áreas de desperdício e oportunidades de economia. Como resultado, as organizações podem otimizar seus recursos, reduzir despesas operacionais e, conseqüentemente, fortalecer sua competitividade. Esses fatores são de suma importância para enfrentar os desafios econômicos que caracterizam a região.

As etiquetas de Identificação por Radiofrequência (RFID), segundo Pondé (2023) possibilitam o rastreamento detalhado e em tempo real de produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, as RFID garantem uma visibilidade precisa das movimentações de mercadorias. Isso permite que as autoridades e empresas identifiquem qualquer desvio ou irregularidade no percurso dos produtos, desde a produção até o consumidor final.

Essa aptidão de rastreio torna extremamente difícil a introdução de produtos falsificados ou contrabandeados no mercado, uma vez que cada item pode ser autenticado e verificado em tempo real. A RFID pode ser usada para garantir que os produtos certificados e regulamentados cumpram os padrões exigidos, contribuindo, assim, para a redução da fraude e do contrabando, problemas que afetam negativamente a economia e a segurança em muitas regiões (TÖNNISSEN; TEUTEBERG, 2020).

Dispositivos de Comunicação Móvel, como smartphones e dispositivos móveis, são usados para acessar sistemas de gerenciamento de estoque, facilitando a monitorização e atualização de inventários. Além disso, esses dispositivos permitem o rastreamento de entregas, fornecendo informações precisas sobre o status e a localização de mercadorias durante todo o processo logístico. A comunicação entre as partes envolvidas na cadeia de suprimentos é facilitada por meio desses dispositivos, permitindo uma maior capacidade de resposta a desafios e imprevistos, o que contribui para a eficiência e a confiabilidade das operações (MISHRA *et al.*, 2020).

A tecnologia blockchain tem demonstrado um impacto significativo nas operações e na gestão da cadeia de suprimentos, como discutido por Cole *et al.* (2019) em seu artigo. Por meio de sua capacidade intrínseca de fornecer um registro imutável e transparente de

transações, o blockchain oferece uma solução confiável para rastrear o fluxo de produtos e informações ao longo da cadeia de suprimentos. Isso resulta em maior visibilidade e rastreabilidade, reduzindo riscos de fraudes e erros. Além disso, a tecnologia blockchain facilita a automação de processos, contratos inteligentes e a gestão eficiente de documentos, promovendo uma cadeia de suprimentos mais eficaz, ágil e segura.

Certamente, ao considerar a implementação de tecnologias IoT na América Latina, é importante destacar que essas soluções oferecem uma abordagem inovadora e ágil para os desafios enfrentados na cadeia de suprimentos da região. Com o potencial de oferecer visibilidade, eficiência e controle em tempo real, essas tecnologias não apenas otimizam as operações, mas também promovem a integridade dos produtos e contribuem para a eficácia econômica. Ao combinar a precisão dos sensores com a conectividade da IoT, a América Latina pode enfrentar seus desafios logísticos e econômicos de forma mais robusta e eficiente, posicionando-se para competir de maneira mais forte nos mercados globais.

2.4 Casos de Sucesso

O Grupo Bimbo, segundo Cahen *et al.* (2021), é uma empresa líder no setor de panificação, com uma história rica que remonta à sua fundação em 1945, na Cidade do México. Ao longo dos anos, a empresa se expandiu significativamente e se tornou uma das maiores produtoras de produtos de panificação do mundo, com presença em mais de 30 países. Sua jornada de crescimento foi marcada por inovações constantes, desde o desenvolvimento de novos produtos até a expansão geográfica. Uma das mais notáveis inovações recentes do Grupo Bimbo foi a aplicação da Internet das Coisas (IoT) em suas operações.

Ruiz Martínez e González Gómez (2021) descrevem que a implementação da IoT no Grupo Bimbo foi um marco importante em sua busca contínua por eficiência e qualidade. A empresa começou a utilizar sensores e dispositivos conectados em suas fábricas e veículos de entrega para monitorar o desempenho de suas operações em tempo real. Isso permitiu um melhor controle da cadeia de suprimentos, rastreamento de ativos e manutenção preditiva de equipamentos. Além disso, a IoT também foi aplicada na gestão da qualidade dos produtos, garantindo que os padrões fossem atendidos em todas as etapas da produção. Essa abordagem inovadora da IoT não apenas aumentou a eficiência operacional do Grupo Bimbo, mas também fortaleceu sua posição como líder global na indústria de panificação,

demonstrando seu compromisso com a inovação e a excelência (RUIZ MARTÍNEZ; GONZÁLEZ GÓMEZ, 2021).

A Klabin é uma empresa com uma história notável que remonta à sua fundação em 1899 no Brasil. Ao longo dos anos, a Klabin se consolidou como uma das maiores produtoras de papel e celulose do país e expandiu suas operações globalmente. Com um compromisso sólido com a sustentabilidade, a empresa se destacou não apenas pelo seu tamanho, mas também pela sua liderança em práticas ambientalmente responsáveis. Uma das iniciativas mais notáveis da Klabin no campo da inovação foi a adoção da IoT para aprimorar seu desempenho sustentável (ZANELA; GRANDI, 2023).

Para Nemoto *et al.* (2018), a implementação da IoT na Klabin foi um passo estratégico para melhorar sua gestão de recursos naturais e otimizar os processos de produção. A empresa adotou sensores e dispositivos conectados em suas florestas, fábricas e operações de logística para monitorar o consumo de água, energia e outras variáveis ambientais em tempo real.

Essa abordagem permitiu à Klabin tomar decisões informadas para reduzir o desperdício, melhorar a eficiência energética e minimizar seu impacto ambiental. A IoT também foi fundamental na gestão da cadeia de suprimentos, ajudando a empresa a rastrear a localização e o estado de seus produtos em trânsito. A aplicação da IoT na Klabin não apenas aprimorou sua sustentabilidade, mas também contribuiu para sua posição como líder no setor de papel e celulose, demonstrando seu compromisso com a inovação e a responsabilidade ambiental (NEMOTO *et al.*, 2018).

A Cervecería y Maltería Quilmes, de acordo com Russo (2020), é uma das mais proeminentes cervejarias da Argentina, possui uma história rica que remonta à sua fundação em 1888 na cidade de Quilmes, na província de Buenos Aires. Inicialmente estabelecida por Otto Bemberg e seus sócios, a empresa cresceu ao longo dos anos para se tornar um dos principais fabricantes de cerveja do país e uma presença influente na indústria de bebidas. Ao longo de sua trajetória, a Quilmes enfrentou desafios e oportunidades, adaptando-se às demandas do mercado e expandindo seu portfólio de produtos.

Leofanti e Liello (2021) apresentam que a Cervejaria implementou um novo canal de vendas online por meio da integração da IoT em suas operações. Esse processo envolveu o desenvolvimento e a implementação de um sistema que utiliza dispositivos e sensores conectados para monitorar e controlar variáveis críticas relacionadas à distribuição e venda de bebidas. Essa inovação tecnológica permitiu à empresa distribuidora expandir suas operações de forma eficiente e atender melhor às demandas dos clientes por meio de uma

plataforma de vendas online. A implementação da IoT também ofereceu à empresa a capacidade de rastrear o estoque em tempo real, monitorar as condições de armazenamento e melhorar a logística de entrega, resultando em uma experiência de compra mais conveniente e eficaz para os consumidores. Essa iniciativa demonstra o compromisso da empresa em utilizar tecnologias avançadas para aprimorar sua presença no mercado e se adaptar às mudanças nas preferências dos consumidores (LEOFANTI; LIELLO, 2021).

2.5 Privacidade na Implementação da IoT

Para Chanal e Kakkasageri (2020), a crescente interconexão de dispositivos e a coleta massiva de informações em ambientes diversos, como aplicações industriais, ambientais e domésticas, aumentam a importância de proteger os dados e garantir que os usuários não se tornem vulneráveis a ameaças à privacidade.

Dada a natureza das Redes de Sensores Sem Fios (WSN), que frequentemente operam com recursos limitados, como baterias de sensores, deve-se desenvolver mecanismos de segurança leves que não comprometam a eficiência energética dos dispositivos. Isso exige uma abordagem equilibrada que combine autenticação, criptografia, controle de acesso e outros mecanismos de segurança para proteger as informações e garantir a confiabilidade dos serviços prestados (AHMAD, 2022).

Além disso, Riaz *et al.* (2018) descreve que as WSN enfrentam uma variedade de ameaças, incluindo ataques de negação de serviço, *spoofing*, repasse de informações falsas e drenagem de energia. Essas ameaças podem comprometer a disponibilidade, autenticidade, confidencialidade e integridade dos dados coletados pelas redes de sensores. A implementação adequada de mecanismos de segurança serve para mitigar esses riscos e garantir que as WSN sejam eficazes em diversas aplicações, desde a monitorização ambiental até a gestão do tráfego urbano.

De acordo com Masur (2018), o progresso da Sociedade da Informação, da Informática e das Telecomunicações apresenta novas ameaças à privacidade que devem ser abordadas de diversas perspectivas: social, cultural, legal e tecnológica. Para analisar os novos riscos à privacidade que o Internet das Coisas pode trazer, é necessário definir claramente o termo privacidade.

A palavra privacidade tem sua origem moderna no inglês *privacy*, que por sua vez remonta a um período mais distante na história. Na Roma antiga, o adjetivo *privatus* fazia a distinção jurídica entre o que era privado do que era *publicus*, público, no sentido de pertencer ao povo romano. *Privatus* também

se referia ao cidadão que não exercia um múnus público (PEIXOTO; EHRHARDT JÚNIOR, 2018, p. .37)

A Declaração Universal dos Direitos Humanos estabelece que o direito à vida privada é um direito humano, afirmando que ninguém deve ser alvo de interferências arbitrárias ou ilegais em sua vida privada, família, domicílio ou correspondência, nem de ataques ilegais à sua honra e reputação. Toda pessoa tem direito à proteção da lei contra tais interferências ou ataques (BERTOLAZO; NASCIMENTO, 2019).

A privacidade como um direito foi reconhecida em 1999, antes do surgimento do Internet Explorer e do Facebook. No entanto, nos últimos anos, com a ascensão das redes sociais, parece que o conceito de privacidade está mudando para os usuários, que muitas vezes abrem mão de sua privacidade ao se exporem na web (ACQUISTI *et al.*, 2020).

Além disso, para Djenna *et al.* (2021), o avanço das telecomunicações e a implantação do Internet das Coisas na sociedade criam novas relações entre dados e pessoas, tornando necessária uma proteção mais rigorosa e abrangente da privacidade e dos dados pessoais. Assegurar a privacidade e a segurança é um dos principais desafios para a adoção do Internet das Coisas, juntamente com a busca por interoperabilidade e padrões globalmente aceitos.

Com o Internet das Coisas, Acquisti *et al.* (2020) descrevem que grandes quantidades de informações serão transferidas e estarão ao alcance de numerosos usuários e pessoas não autorizadas, o que pode comprometer a privacidade das pessoas. O controle sobre quais dados pessoais estão na rede se torna quase impossível.

Novas aplicações do Internet das Coisas estão surgindo constantemente, ameaçando cada vez mais a privacidade dos usuários. Os riscos também aumentam com as novas tecnologias de localização de objetos, que podem ser usadas para rastrear a localização dos proprietários (DJENNA *et al.*, 2021).

No atual contexto, a crescente adoção de tecnologias de localização de objetos representa uma tendência que vem transformando a forma como interage-se com o ambiente ao nosso redor. Um exemplo dessas tecnologias é o sistema RFID (Radio-Frequency Identification), que, embora ofereça inúmeras vantagens em termos de rastreamento e gerenciamento de objetos, traz consigo preocupações relacionadas à privacidade e à segurança das informações dos indivíduos (WANT, 2022).

O funcionamento dos sistemas RFID consistem em etiquetas eletrônicas que armazenam informações pessoais, como nomes, números de identificação e, em alguns casos, até mesmo dados de acesso a bases de dados confidenciais. Essas etiquetas são

passíveis de serem lidas remotamente por dispositivos conhecidos como leitores, que empregam radiofrequência para capturar os dados contidos nas etiquetas (DAMGHANI *et al.*, 2019).

No entanto, como delinea Want (2022), o potencial disruptivo dos sistemas RFID também traz consigo uma série de desafios e riscos. Um desses exemplos, é o "spoofing," que envolve a falsificação de informações de modo a enganar o sistema e fornecer dados falsos que parecem legítimos. Além disso, ataques de "inserção" podem ser usados para inserir comandos maliciosos nas comunicações entre etiquetas e leitores, permitindo a manipulação de dados transmitidos.

O "homem do meio" (man-in-the-middle) é um outro tipo de ataque que consiste na suplantação de uma das entidades envolvidas nas comunicações, seja o leitor ou a etiqueta, possibilitando a interceptação e captura de dados pessoais durante o processo de leitura (FERREIRA; CASTALDIN, 2022). Figueiredo *et al.* (2020, p.3) descrevem:

O ataque do homem no meio acontece quando um atacante está inserido entre dois dispositivos legítimos, "escutando" a comunicação, com a possibilidade de interceptar, alterar e modificar os dados transmitidos. O invasor está conectado aos dois dispositivos e retransmite o tráfego entre eles.

A "negação de serviço" (Denial of Service - DoS) é outra ameaça, que tem como objetivo sobrecarregar o sistema com um volume excessivo de dados, tornando-o inoperante e interrompendo a comunicação legítima entre etiquetas e leitores. Por fim, o "replay" envolve a interceptação de sinais RFID, permitindo ao atacante gravar os dados transmitidos e retransmiti-los posteriormente, comprometendo assim a integridade dos dados (KHATTAK *et al.*, 2019).

Nesses casos, os usuários devem estar cientes dos riscos e implementar medidas de segurança apropriadas, como a criptografia de dados e a autenticação robusta, a fim de proteger as informações contidas nas etiquetas RFID. Isso garantirá que esses sistemas continuem a oferecer benefícios sem comprometer a privacidade dos indivíduos e minimizando o potencial de exploração por parte de invasores em potencial (WANT, 2022).

A integração da IoT na logística traz muitas contribuições, mas não se pode ignorar as potenciais consequências que podem afetar os direitos individuais à privacidade. É imperativo que os princípios de consentimento informado, confidencialidade dos dados e segurança sejam mantidos durante a implementação da IoT. A normalização das tecnologias envolvidas é essencial na proteção da privacidade, promovendo uma maior interoperabilidade e reduzindo as barreiras à entrada no mercado (DJENNA *et al.*, 2021).

Além disso, deve-se reconhecer que as implicações sociais muitas vezes são negligenciadas nas considerações de custos e benefícios da IoT na cadeia de suprimentos. As preocupações com a privacidade e a segurança surgem como riscos significativos que podem até levar ao fracasso de projetos inteiros. A formação, a educação e a comunicação são ferramentas para abordar as preocupações e receios relacionados à tecnologia (ACQUISTI *et al.*, 2020).

2.6 Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Suprimentos com IoT

De acordo com Venkatesh *et al.* (2020), as empresas devem considerar o meio ambiente e seus aspectos associados como uma forma de gerar maior valor na produção, em vez de se concentrarem apenas no valor econômico. Isso implica que, para alcançar um nível adequado de sustentabilidade, uma empresa deve abordar questões ambientais e atender aos padrões da sociedade em todos os níveis de sua cadeia de suprimentos. Isso tem levado a um aumento constante na publicação de estudos sobre Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Suprimentos (ASCS) na última década, refletindo uma crescente conscientização e preocupação das empresas e diversos grupos de interesse com a proteção do meio ambiente e a sustentabilidade.

Sobre a Sustentabilidade Iaquinto (2018, 159) descreve:

A palavra sustentabilidade tem ao longo dos anos ganhado um grande destaque no cenário nacional e internacional, devido à eclosão de grandes problemas ambientais no planeta Terra. Tais problemas nada mais são do que consequências das atitudes agressivas do ser humano para com a natureza, que busca cada vez mais retirar recursos do meio ambiente para satisfazer suas necessidades, sem possuir a consciência de que os referidos recursos são finitos e necessários para a sobrevivência humana, o que acaba por criar uma verdadeira crise ambiental

Famiyeh *et al.* (2018) argumentam que a adoção de tecnologias para prevenir a poluição melhora o desempenho ambiental de uma organização, o que, por sua vez, leva a uma atuação empresarial superior, impactando positivamente a performance operacional e a competitividade. Isso é particularmente relevante para as empresas da América Latina, que gradualmente reconheceram a importância das práticas de gestão ambiental (PGA) para lidar com questões ambientais e, como resultado, melhorar seu desempenho ambiental e competitividade.

No entanto, os gerentes envolvidos na implementação de PGA devem esforçar-se para sensibilizar os gerentes de operações e cadeia de suprimentos. Eles devem garantir que a intervenção ambiental não seja vista como algo isolado do operacional e da

competitividade da organização. Em vez disso, devem trabalhar para tornar toda a cadeia de suprimentos ambientalmente amigável, contribuindo assim para reforçar positivamente as operações e a competitividade. A adoção de tecnologias de prevenção da poluição, em oposição às tecnologias de controle da poluição, otimiza o papel ambiental de uma organização, de acordo com o (VENKATESH *et al.*, 2020).

Para Famiyeh *et al.* (2018), a sustentabilidade tornou-se um fator de competitividade não apenas quando cria valor para o consumidor final, mas também para a indústria dentro da cadeia de suprimentos. Portanto, o desenvolvimento de estratégias para reduzir o impacto ambiental tornou-se um elemento competitivo para as empresas. Nesse contexto, a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é usada para fornecer uma visão ampla de um sistema, considerando todos os insumos (materiais, eletricidade, água e combustíveis diversos) e saídas (emissões de todos os tipos) desde a extração de matérias-primas até o final de sua vida útil (descarte ou reciclagem) (COSTA *et al.*, 2022).

2.7 Integração da IoT com Outras Tecnologias Emergentes

A integração de tecnologias como Blockchain, Internet das Coisas (IoT) e Aprendizado de Máquina (Machine Learning) na cadeia de suprimentos representa um avanço na gestão e rastreabilidade dos produtos. A cadeia de suprimentos enfrenta desafios, como garantir a qualidade, segurança e sustentabilidade, bem como atender aos requisitos regulatórios e às expectativas dos consumidores (REJEB *et al.*, 2019).

A Blockchain, segundo Unal *et al.* (2021), é uma tecnologia de registro distribuído, que oferece transparência e imutabilidade aos registros, permitindo o rastreamento completo da jornada dos produtos desde a aquisição de matérias-primas até a entrega ao consumidor. Ela também aborda a simetria no acesso e na contribuição à rastreabilidade, envolvendo todos os atores da cadeia, desde as pequenas empresas até grandes entidades. Ademais, a Blockchain auxilia no cumprimento de regulamentos internacionais, simplificando a operação.

A IoT contribui na coleta de informações em tempo real sobre as condições de transporte e armazenamento dos produtos. Sensores IoT monitoram fatores como temperatura, umidade e localização, garantindo que os produtos permaneçam em condições ideais durante todo o percurso. Isso não apenas garante a qualidade dos produtos, mas também contribui para a segurança, pois qualquer desvio das condições ideais pode ser identificado e corrigido imediatamente (DJENNA *et al.*, 2021).

Para Rejeb *et al.* (2019), o Machine Learning entra em ação ao analisar os dados coletados pela IoT e pela Blockchain. Ele é capaz de identificar padrões incomuns nos registros, gerando alertas automáticos quando algo está fora do esperado. Isso não só otimiza os processos de identificação de problemas, mas também contribui para a tomada de decisões informadas, baseadas em dados históricos e análises preditivas.

Adicionalmente, a criptografia de curva elíptica (ECC) é utilizada para garantir a segurança dos dados nas transações e comunicações na cadeia de suprimentos. Essa técnica oferece um alto nível de segurança com tamanhos menores de chaves, tornando-a adequada para transações seguras em sistemas IoT (REBELLO *et al.*, 2019).

Liu *et al.* (2021) apresenta a introdução do conceito de Proof of Learning (PoLe) como um mecanismo alternativo de consenso na Blockchain também é relevante, uma vez que direciona os recursos computacionais para o treinamento de modelos de Machine Learning. Isso não apenas aumenta a eficiência da geração de blocos, mas também promove a interconectividade entre os participantes da rede.

A integração dessas tecnologias na cadeia de suprimentos proporciona rastreabilidade completa, garantia de qualidade e segurança dos produtos, cumprimento de regulamentos e a capacidade de atender às demandas informadas dos consumidores. Essa abordagem representa um avanço na gestão da cadeia de suprimentos, que se torna mais transparente, eficiente e adaptável às necessidades de uma indústria cada vez mais globalizada e exigente (UNAL *et al.*, 2021).

2.8 Desenvolvimento de Habilidades e Capacitação na América Latina

Na exploração do tema das habilidades e competências em profissionais da cadeia de suprimentos, compreende-se primeiramente o significado desses conceitos. Ferraretto *et al.* (2019) definem habilidades como a capacidade do indivíduo para fazer algo. As habilidades são importantes para que uma pessoa possa desenvolver competência em uma profissão, neste caso, na gestão da cadeia de suprimentos, e direcionar as conquistas em direção aos objetivos das organizações.

As habilidades e competências necessárias para gerenciar cadeias de suprimentos são inerentes, dada a crescente importância que as empresas atribuem a suas cadeias de suprimentos. No entanto, Agrawal *et al.* (2019) dizem que muitas vezes identifica conhecimentos e habilidades específicas, mas falta clareza sobre as necessidades do mercado de trabalho, prioridades e combinações necessárias de habilidades e conhecimentos. Isso

significa que as habilidades e competências dos futuros profissionais precisam ser desenvolvidas enquanto eles estão se preparando para entrar no mercado de trabalho.

Dubey *et al.* (2018) estudou as habilidades relevantes para gerentes de logística e cadeia de suprimentos. Os autores destacaram três categorias principais de habilidades necessárias: habilidades empresariais, habilidades de logística e habilidades de gestão. No entanto, as pesquisas ainda são escassas diante do grande desafio enfrentado pelas empresas na era da globalização.

A globalização dos mercados transformou as organizações e impulsionou a evolução dos recursos humanos, fortalecendo a formação dos indivíduos em diferentes áreas. Nos anos 80, surgiu o conceito de "competências" como uma alternativa que busca articular pessoas, empresas e sociedade. As competências podem ser entendidas como a capacidade de executar com sucesso uma atividade específica (MAGETO; LUKE, 2020).

Sendo assim, as habilidades são a capacidade de realizar tarefas com destreza, enquanto as competências se referem à capacidade de executar com sucesso atividades específicas. Ambas atuam na formação e no desempenho dos profissionais da cadeia de suprimentos, que enfrentam desafios cada vez maiores em um ambiente globalizado e em constante evolução (AGRAWAL *et al.*, 2019).

Para Attaran (2020), os profissionais precisam estar preparados para lidar com a integração de dispositivos IoT, análise de dados em tempo real e tomada de decisões baseadas em informações precisas para otimizar a cadeia de suprimentos. Abaixo encontra-se uma tabela para exemplificar esse contexto:

Tabela 1- Habilidades e Competências na Cadeia de Suprimentos

Processo da Cadeia de Suprimentos	Competências Requeridas	Habilidades Necessárias
Planejamento da Cadeia de Suprimentos	-Conhecimento em análise de dados e previsão de demanda. -Compreensão das necessidades do mercado e do cliente.	-Habilidade em utilizar ferramentas de análise de dados. -Capacidade de identificar tendências e padrões nos dados.

		-Comunicação eficaz para colaborar com outras equipes.
Aquisição e Compras	- Negociação e habilidades de compras. -Conhecimento em estratégias de fornecimento global.	-Habilidade em negociar contratos vantajosos. -Capacidade de avaliar fornecedores e tomar decisões de compra informadas.
Armazenagem e Estoque	-Conhecimento em gerenciamento de estoque e logística. -Compreensão dos princípios de armazenamento eficiente.	- Habilidade em otimizar o espaço de armazenamento. -Capacidade de controlar o estoque de forma eficaz para evitar perdas.
Produção e Manufatura	-Conhecimento em automação industrial e tecnologias de produção inteligente. -Compreensão dos processos de fabricação.	-Habilidade em operar equipamentos de produção automatizados. -Capacidade de solucionar problemas técnicos.
Transporte e Distribuição	-Conhecimento em logística de transporte e roteirização. -Compreensão das regulamentações de transporte.	- Habilidade em planejar rotas eficientes. - Capacidade de rastrear e monitorar cargas em tempo real.
Monitoramento e Rastreabilidade	-Familiaridade com sensores IoT e tecnologias de rastreamento. -Conhecimento em segurança de dados.	- Habilidade em configurar e manter sensores IoT. -Capacidade de analisar dados de rastreamento para tomar decisões informadas.
Gerenciamento de Qualidade	-Conhecimento em normas de qualidade e regulamentações.	-Habilidade em realizar inspeções de qualidade.

	-Compreensão de técnicas de controle de qualidade.	-Capacidade de implementar melhorias nos processos de qualidade.
Gerenciamento de Riscos	-Conhecimento em identificação e avaliação de riscos. -Compreensão de estratégias de mitigação de riscos.	-Habilidade em analisar cenários de risco. -Capacidade de desenvolver planos de contingência eficazes.

Fonte: Adaptado de Dubey *et al.* (2018) e Mageto e Luke (2020).

A medida que a tecnologia continua a evoluir e novas inovações surgem, a capacidade de aprendizado contínuo e adaptação também se torna uma competência crítica. A capacidade de se manter atualizado com as tendências tecnológicas e de negócios se traduz em sucesso dos profissionais da cadeia de suprimentos no contexto da IoT (ATTARAN, 2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na conclusão deste estudo, é possível destacar algumas considerações fundamentais em relação à aplicação da Internet das Coisas (IoT) na cadeia de suprimentos latino-americana. Primeiramente, observamos que a IoT está desempenhando um papel crucial na transformação das operações logísticas na região, oferecendo soluções para desafios logísticos únicos, como infraestrutura variável e questões de segurança. A capacidade de coletar e compartilhar dados em tempo real por meio de dispositivos e sensores conectados está proporcionando uma visibilidade sem precedentes em todos os estágios da cadeia de suprimentos, permitindo uma tomada de decisão mais informada e uma gestão mais eficiente dos estoques, transporte e distribuição.

Além disso, é evidente que a implementação bem-sucedida da IoT está gerando impactos positivos tangíveis na economia latino-americana. Empresas como o Grupo Bimbo, Klabin e a Cervecería y Maltería Quilmes estão colhendo os benefícios da eficiência operacional, redução de custos e aumento da visibilidade proporcionados pela IoT. Esses casos de sucesso demonstram que, mesmo diante dos desafios específicos da região, a IoT oferece oportunidades concretas para melhorar a competitividade das empresas e fortalecer a cadeia de suprimentos como um todo.

Sugere-se que futuras pesquisas na área da aplicação da Internet das Coisas (IoT) na cadeia de suprimentos latino-americana aprofundem ainda mais as implicações socioeconômicas e ambientais dessa tecnologia. Além de avaliar os benefícios econômicos, é importante investigar como a IoT pode contribuir para a sustentabilidade ambiental e social na região, considerando aspectos como redução das emissões de carbono, impactos nas comunidades locais e a criação de empregos relacionados à tecnologia. Além disso, explorar os desafios regulatórios e de segurança cibernética que podem surgir com a expansão da IoT na América Latina é fundamental para garantir uma implementação segura e eficaz. Adicionalmente, estudos comparativos entre países da região podem oferecer percepções importantes sobre as diferentes abordagens e resultados da adoção da IoT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUISTI, Alessandro; BRANDIMARTE, Laura; LOEWENSTEIN, George. Secrets and likes: The drive for privacy and the difficulty of achieving it in the digital age. **Journal of Consumer Psychology**, v. 30, n. 4, p. 736-758, 2020. Disponível em: https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/649175/SecretsLikesR1_Submitted.pdf?sequence=1. Acesso em: 25 set. 2023.

AGRAWAL, Prakash; NARAIN, Rakesh; ULLAH, Inayat. Analysis of barriers in implementation of digital transformation of supply chain using interpretive structural modelling approach. **Journal of Modelling in Management**, v. 15, n. 1, p. 297-317, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JM2-03-2019-0066/full/>. Acesso em: 29 set. 2023.

AHMAD, Rami; WAZIRALI, Raniyah; ABU-AIN, Tarik. Machine learning for wireless sensor networks security: An overview of challenges and issues. **Sensors**, v. 22, n. 13, p. 4730, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/13/4730>. Acesso em: 25 set. 2023.

ALENCAR, Júlia FL *et al.* Complexidade econômica e desenvolvimento: Uma análise do caso latino-americano. **Novos estudos CEBRAP**, v. 37, p. 247-271, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/S5h9GrzPGHrrj6FN7qbj9xy/>. Acesso em: 14 set. 2023.

ATTARAN, Mohsen. Digital technology enablers and their implications for supply chain management. In: **Supply Chain Forum: An International Journal**. Taylor & Francis, p. 158-172. 2020. Disponível em: <https://elearning.cendekiaku.com/storage/materi/file/1681343218.pdf>. Acesso em: 02 out. 2023.

BELHADI, Amine *et al.* Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view. **International Journal of Production Economics**, v. 249, p. 108516, 2022.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S0925527322001098>. Acesso em: 18 set. 2023.

BEN-DAYA, Mohamed; HASSINI, Elkafi; BAHROUN, Zied. Internet of things and supply chain management: a literature review. **International journal of production research**, v. 57, n. 15-16, p. 4719-4742, 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Ben-Daya/publication/321131587_Internet_of_things_and_supply_chain_management_a_literature_review/links/5e3fb9d892851c7f7f27ee14/Internet-of-things-and-supply-chain-management-a-literature-review.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

BERTOLAZO, Ivana Nobre; NASCIMENTO, Victor Hugo Alcalde do. **Estudos em comemoração aos 70 anos da Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1ª ed. Editora Thoth, 2019.

BHAT, Showkat Ahmad *et al.* Agriculture-food supply chain management based on blockchain and IoT: a narrative on enterprise blockchain interoperability. **Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 40, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/1/40>. Acesso em: 15 set. 2023.

CAHEN, Fernanda; CASANOVA, Lourdes; MIROUX, Anne (Ed.). **Innovation from emerging markets: from copycats to leaders**. 1ª ed. Cambridge University Press, 2021.

CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. **Human Factors in Design**, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/download/2316796308152019049/9858>. Acesso em: 12 set. 2023.

Disponível em:

[https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/9210/PDF_Proof%20\(2\).PDF?isAllowed=y&sequence=1](https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/9210/PDF_Proof%20(2).PDF?isAllowed=y&sequence=1). Acesso em: 01 out. 2023.

FAMIYEH, Samuel *et al.* Environmental management practices, operational competitiveness and environmental performance: Empirical evidence from a developing country. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 29, n. 3, p. 588-607, 2018. Disponível em: https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/K_Amoako-Gyampah_Environmental_2018.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

FERRARETTO, Luiz Artur; MORGADO, Fernando; SABALLA JR, Léo Henrique. O jornalista com múltiplas funções no rádio: velhos preconceitos para novos desafios. **Rádio-Leituras**, v. 10, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/radio-leituras/article/download/3991/3051>. Acesso em: 29 set. 2023.

FERREIRA, Gabriel Gonçalves; CASTALDIN, André Giovanni. Estudo de Ataque Man-in-The-Middle com Software Cain&Abel. In: **FatecSeg-Congresso de Segurança da Informação**. 2022. Disponível em: <https://www.fatecourinhos.edu.br/fatecseg/index.php/fatecseg/article/download/85/24>. Acesso em: 26 set. 2023.

FIGUEIREDO, Camilla EJM; PEDROSA, Mikaelly F.; FONSECA, Iguatemi E. Implementação e Demonstração de Ataques Cibernéticos em Sistemas SCADA. **XXXVIII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais – SBrT**. Florianópolis, SC. 2020. Disponível em: <http://www.sbrt.org.br/sbrt2020/papers/1570650201.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

FRITZ, Morgane Marie Caroline; SILVA, Minelle E. Exploring supply chain sustainability research in Latin America. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 48, n. 8, p. 818-841, 2018. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPDLM-01-2017-0023/full/html>. Acesso em: 12 set. 2023.

GANESH, A. Deiva; KALPANA, P. Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management—A systematic review. **Computers & Industrial Engineering**, v. 169, p. 108206, 2022. Disponível em: Acesso em: 18 set. 2023.

GANNE, Emmanuelle. **Can Blockchain revolutionize international trade?**. 1ª ed. Geneva: World Trade Organization, 2018.

GOMES, Carlos Francisco Simões; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. 2ª ed. Editora Senac Rio, 2020.

MATOS, Erivaldo Oliveira de. **Prospecção tecnológica para uma análise de dispositivos de segurança envolvendo a internet das coisas**. 77 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação), Universidade Federal de Alagoas, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7637>. Acesso em: 20 set. 2023.

GREENGARD, Samuel. **The internet of things**. 1ª ed. MIT press, 2021.

- GUPTA, Sushil *et al.* Prevention of terrorism—an assessment of prior POM work and future potentials. **Production and Operations Management**, v. 29, n. 7, p. 1789-1815, 2020. Disponível em: <https://eprints.kingston.ac.uk/id/eprint/45455/1/Zanjirani-Farahani-R-45455-AAM-1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.
- IAQUINTO, Beatriz Oliveira. A sustentabilidade e suas dimensões. **Revista da ESMESC**, v. 25, n. 31, p. 157-178, 2018. Disponível em: <https://revista.esmesc.org.br/re/article/download/187/161>. Acesso em: 03 out. 2023.
- JAGTAP, Sandeep; GARCIA-GARCIA, Guillermo; RAHIMIFARD, Shahin. Optimisation of the resource efficiency of food manufacturing via the Internet of Things. **Computers in Industry**, v. 127, p. 103397, 2021. Disponível em: <https://eprints.whiterose.ac.uk/171251/1/2021%20Optimisation%20of%20the%20Resource%20Efficiency%20of%20Food%20Manufacturing%20via%20the%20Internet%20of%20Things.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.
- JAIDKA, Himanshu; SHARMA, Nikhil; SINGH, Rajinder. Evolution of iot to iiot: Applications & challenges. In: **Proceedings of the international conference on innovative computing & communications (ICICC)**. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nikhil-Sharma-42/publication/341495017_Evolution_of_IoT_to_IIoT_Applications_Challenges/links/5f2ba529a6fdcccc43ac8881/Evolution-of-IoT-to-IIoT-Applications-Challenges.pdf. Acesso em: 12 set. 2023.
- KHATTAK, Hasan Ali *et al.* Perception layer security in Internet of Things. **Future Generation Computer Systems**, v. 100, p. 144-164, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X19304194>. Acesso em: 27 set. 2023.
- KOVÁCS, Gyöngyi; FALAGARA SIGALA, Ioanna. Lessons learned from humanitarian logistics to manage supply chain disruptions. **Journal of Supply Chain Management**, v. 57, n. 1, p. 41-49, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/jscm.12253>. Acesso em: 20 set. 2023.
- KSHETRI, Nir. 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of information management**, v. 39, p. 80-89, 2018. Disponível em: https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/N_Kshetri_Blockchains_Roles_2018.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.
- LANGLEY, C. John *et al.* **Supply chain management: a logistics perspective**. 11^a ed. Cengage Learning, 2020.
- LEA, Perry. **IoT and Edge Computing for Architects: Implementing edge and IoT systems from sensors to clouds with communication systems, analytics, and security**. 2^a ed. Packt Publishing Ltd, 2020. Disponível em: Acesso em: 20 set. 2023.
- LEE, Joyce Yi-Hui *et al.* Managing information sharing: Interorganizational communication in collaborations with competitors. **Information and Organization**, v. 31, n. 2, p. 100354, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Niki-Panteli/publication/352010178_Managing_information_sharing_Interorganizational_communication_in_collaborations_with_competitors/links/60b8c59e458515218f8675d4/Managing-information-sharing-Interorganizational-communication-in-collaborations-with-competitors.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&rt_d=e30%3D. Acesso em: 18 set. 2023.

LEITE, Paulo André de Souza; NOGUEIRA, Ricardo Jorge da Cunha Costa. SCM (Gestão da Cadeia de Suprimentos) e indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura SCM (Supply Chain Management) and Industry 4.0: a systematic. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 47845-47862, 2022. Disponível em:

<https://scholar.archive.org/work/oy7nujmltnczjbtp753jhv2rda/access/wayback/https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/49639/pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

LEOFANTI, Agostina; LIELLO, Sofía. **Desarrollo e implementación de un nuevo canal de venta online para una empresa distribuidora de bebidas**. Tese de Doutorado.

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería; Argentina. 2021.

Disponível em: <http://200.0.183.55/bitstream/handle/123456789/525/Leofanti%2BLiello-TFG-II-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2023.

LI, Yuqi. Desenvolvimento do comércio eletrônico cross-border China-América Latina no contexto de Internet: oportunidade ou desafio?. **Seminário Pesquisar China Contemporânea**, n. 4, p. 53-55, 2020. Disponível em:

<https://econtents.bc.unicamp.br/eventos/index.php/chinabrasil/article/view/3523/3387>.

Acesso em: 15 set. 2023.

LIU, Yuan *et al.* Proof of Learning (PoLe): empowering neural network training with consensus building on blockchains. **Computer Networks**, v. 201, p. 108594, 2021.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128621004965>.

Acesso em: 29 set. 2023.

LUND, Susan *et al.* **Risk, resilience, and rebalancing in global value chains**. 2020.

Disponível em: <http://dln.jaipuria.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/10865/1/Risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains-full-report.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

MAGETO, Joash; LUKE, Rose. Skills frameworks: a focus on supply chains. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2020. Disponível em:

<https://jtscm.co.za/index.php/jtscm/article/download/458/866>. Acesso em: 01 out. 2023.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. 1ª ed. BOD GmbH DE, 2021.

MAITI, Ananda *et al.* Estimating service quality in industrial internet-of-things monitoring applications with blockchain. **IEEE access**, v. 7, p. 155489-155503, 2019. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8876654>. Acesso em: 20 set. 2023.

MASUR, Philipp K. **Situational privacy and self-disclosure: Communication processes in online environments**. 1ª ed. Springer, 2018.

MISHRA, Sushruta; DASH, Anuttam; MISHRA, Brojo Kishore. An insight of Internet of Things applications in pharmaceutical domain. In: **Emergence of pharmaceutical industry growth with industrial IoT approach**. Academic Press, p. 245-273. 2020.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128195932000091>. Acesso em: 20 set. 2023.

NEMOTO, Miriam Christi Midori Oishi; SANTOS, Gabriel Zago Vieira; PINOCHET, Luis Hernan Contreras. Adoção de inovação: Internet das Coisas para melhoria de desempenho de sustentabilidade na Klabin. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 18, n. 1, p.

197-224, 2018. Disponível em: <http://revistagt.fpl.emnuvens.com.br/get/article/view/1215>.

Acesso em: 10 set. 2023.

NIŽETIĆ, Sandro *et al.* Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. **Journal of cleaner production**, v. 274, p. 122877,

2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7368922/>. Acesso em: 13 set. 2023.

PAL, Kamalendu *et al.* Internet of things and blockchain technology in apparel manufacturing supply chain data management. **Procedia Computer Science**, v. 170, p. 450-457, 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920305251/pdf?md5=d03f3b47a5a344322bb57f76e9505bec&pid=1-s2.0-S1877050920305251-main.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

PEIXOTO, Erick Lucena Campos; EHRHARDT JÚNIOR, Marcos Breves notas sobre a ressignificação da privacidade. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 16, p. 35-35, 2018. Disponível em: <https://rbdcivil.emnuvens.com.br/rbdc/article/download/230/212>. Acesso em: 25 set. 2023.

PONDÉ, Emily Carolina Redigolo. **Rastreabilidade da cadeia de suprimentos de imunobiológicos considerando Identificação por Radiofrequência, Internet das Coisas e Ciclo de Vida de Dados**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3148/tde-17072023-145331/en.php>. Acesso em: 20 set. 2023.

PUJAWAN, I. Nyoman; BAH, Alpha Umaru. Supply chains under COVID-19 disruptions: literature review and research agenda. In: **Supply Chain Forum: An International Journal**. Taylor & Francis, p. 81-95. 2022. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Nyoman-Pujawan/publication/351986780_Supply_chains_under_COVID-19_disruptions_literature_review_and_research_agenda/links/60b4253292851cd0d98847a4/Supply-chains-under-COVID-19-disruptions-literature-review-and-research-agenda.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

WISSMANN, Bruno Williann. **Administração de compras e estoque: um estudo em uma empresa do ramo elétrico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) - Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). 2021. Disponível em:

<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4830/1/WISSMANN.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

ZANELA, Angelo Brião; GRANDI, Guilherme. Evidências sobre a profissionalização de um grupo familiar: “O caso Klabin S/A”. **Revista Uruguaya de Historia Económica**, v. 23, n. XXIII, p. 45-64, 2023. Disponível em:

<https://www.audhe.org.uy/publicaciones/index.php/RUHE/article/download/79/57>. Acesso em: 11 set. 2023.