

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E
SISTEMAS

MARCÍLIA MIRANDA TEIXEIRA DOS SANTOS

**A IOT - *INTERNET OF THINGS* - NO SETOR DE COMPRAS E SUPRIMENTOS
NUMA EMPRESA DE LOGÍSTICA:** controle de entradas e saídas de suprimentos
em almoxarifado

São Luís - MA

2023

MARCÍLIA MIRANDA TEIXEIRA DOS SANTOS

**A IOT - *INTERNET OF THINGS* - NO SETOR DE COMPRAS E SUPRIMENTOS
NUMA EMPRESA DE LOGÍSTICA: controle de entradas e saídas de suprimentos
em almoxarifado**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas na Universidade Estadual do Maranhão como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Computação e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva
Coorientador: Prof. Msc Riaberth Cutrim

Linha de Pesquisa: Computação Aplicada

São Luís - MA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237 Santos, Marcília Miranda Teixeira Dos.

A IOT - *internet of things* - no setor de compras e suprimentos numa empresa de logística: controle de entradas e saídas de suprimentos em almoxarifado/ Marcília Miranda Teixeira dos Santos – São Luís: [s.n.], 2023.

57 f.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação e Sistemas, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2023.

1. Internet of things - OIT 2. Cadeia de Suprimentos 3. RFID 4. Logística I. Título

CDD 693

CDU 658.566

Elaborada pela bibliotecária Hercília Jeane dos Santos A. Oliveira CRB-13/627

MARCÍLIA MIRANDA TEIXEIRA DOS SANTOS

**A IOT - INTERNET OF THINGS - NO SETOR DE COMPRAS E SUPRIMENTOS
NUMA EMPRESA DE LOGÍSTICA: controle de entradas e saídas de suprimentos
em almoxarifado**

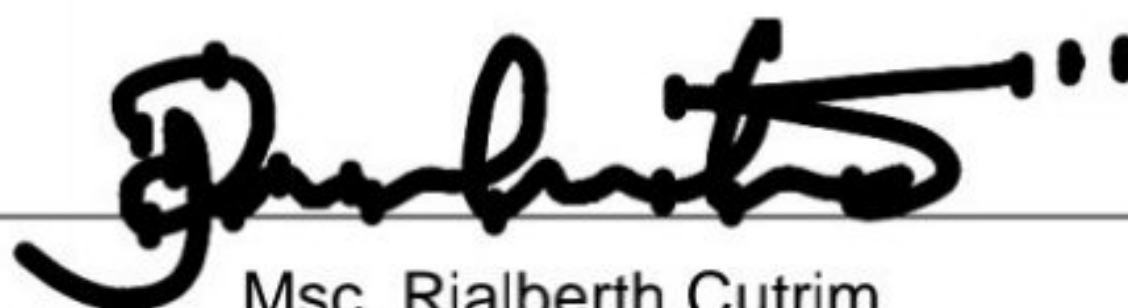
Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Profissional em Engenharia de
Computação e Sistemas na Universidade
Estadual do Maranhão como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia da Computação e
Sistemas.

Aprovado em: / /



BANCA EXAMINADORA

Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva
Orientador – UEMA



Msc. Rialberth Cutrim
Coorientador – RIMAC Engenharia

Documento assinado digitalmente
gov.br HENRIQUE MARIANO COSTA DO AMARAL
Data: 16/01/2024 08:16:54-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Msc. Henrique Mariano Costa do Amaral
Examinador Interno – UEMA



Dr. Luís Carlos Costa Fonseca
Examinador Interno – UEMA

Amanda Beatriz C. dos Santos

Amanda Beatriz Cunha dos Santos
Examinador Externo – PUC-Rio

Dedico este trabalho aos meus filhos (João Ricardo e João Luis), meus pais (Raimundo e Cecilde), meus irmãos (Wener e Wellington), minhas cunhadas (Ariadne e Patricia) e meus sobrinhos (Leonardo, Danilo, Maria Cecilia, Diogo, Maria Eduarda, Dimas e Wellington Filho), pelo apoio incondicional, por me incentivar e acreditar nos meus projetos pessoais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades que passei no decorrer de toda a minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus pais (Raimundo e Cecilde), irmãos (Wener e Wellington), cunhadas (Ariadne e Patrícia), que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a necessidade à realização deste trabalho.

Ao meu sobrinho Leonardo e a amiga Kainara que além de consultores acadêmicos foram parceiros e psicólogos onde aguentaram firmes as minhas ansiedades e inseguranças.

Aos meus filhos (Joao Ricardo e Joao Luís) minha razão de viver.

Ao meu orientador Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva por ter acreditado e depositado a sua confiança no meu trabalho.

Ao meu Co-orientador Msc Riaberth Matos Cutrim por mais uma vez acreditar, incentivar e ajudar nos momentos mais difíceis na minha caminhada da vida acadêmica.

À todos os meus amigos, que sempre torceram por mim.

À todas as outras pessoas, que direta ou indiretamente colaboraram pelo sucesso deste trabalho.

RESUMO

As tecnologias têm um poder cada vez maior de transformação no mundo empresarial, onde a inovação está moldando a forma como as grandes empresas operam. As empresas estão injetando ideias, possibilidades e soluções reais para a enorme conexão de dispositivos que está surgindo. O rastreamento de itens ao longo de todo o processo pode ser difícil, tornando difícil a obtenção de um controle preciso e eficiente dos suprimentos. Ao incorporar a IoT na gestão da cadeia de suprimentos, as empresas podem obter maior controle e visibilidade sobre suas operações. Pois para os objetivos específicos deste estudo são fundamentais para alcançar o objetivo geral de propor uma solução tecnológica baseada em IoT para controle de entrada e saída de suprimentos na empresa de logística, a fim de garantir o controle, precisão e eficiência das atividades relacionadas à gestão de suprimentos. Inicialmente, será realizada uma verificação dos principais processos relacionados ao uso de tecnologia em suprimentos na empresa de logística. A análise dos principais indicadores de suprimentos da empresa de logística também é essencial para compreender como a tecnologia pode contribuir para o aumento da eficiência e redução de custos.

Palavra-chave: IoT, Cadeia de Suprimentos, RFID, Logística.

ABSTRACT

Technologies have an increasing power to transform the business world, where innovation is shaping the way large companies operate. Companies are injecting ideas, possibilities and real solutions to the massive connection of devices that is emerging. Tracking items throughout the entire process can be difficult, making it difficult to get accurate and efficient control of supplies. By incorporating IoT into supply chain management, companies can gain greater control and visibility over their operations. Because for the specific objectives of this study, they are fundamental to achieve the general objective of proposing a technological solution based on IoT to control the entry and exit of supplies in the logistics company, in order to guarantee the control, precision and efficiency of the activities related to the management of supplies. Initially, a verification of the main processes related to the use of technology in supplies in the logistics company will be carried out. The analysis of the logistics company's main supply indicators is also essential to understand how technology can contribute to increasing efficiency and reducing costs.

Keyword: IoT, Supply Chain, RFID, Logistics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arquitetura para IoT	18
Figura 2 - Modelos de conectividade dos objetos inteligentes. (I) Rede autônoma na qual os objetos inteligentes não possuem conexão com a Internet; (II) Rede de objetos inteligentes limitada, pois o acesso aos dispositivos é restrito; (III) IoT “autêntica” na qual os objetos estão conectados à Internet	20
Figura 3 - Comparativo entre os principais simuladores/emuladores para IoT	21
Figura 4 - Etapas para extração de conhecimento a partir de dados de sensores ...	22
Figura 5 - IOT, avanços tecnológicos associados e as dimensões de oferta, demanda e ambiente.....	23
Figura 6 - Macro-ambiente de Cadeias de Suprimento	25
Figura 7 - Etapas da Cadeia de Suprimentos de empresas do setor de serviços	26
Figura 8 - Fluxos de equipamentos e informações adicionadas	28
Figura 9 - Organograma da Organização	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACA	Produtos Acabados
ERP	Sistema de Gestão Empresarial
IER	Identificação, Embalagem e Rotulagem
IoT	Internet das Coisas
MDF	Fibras de Média Densidade
RFID	Identificação por Radiofrequência
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SIG	Sistema Integrado de Gestão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Importância e delimitação do tema.....	11
1.2 Problema de pesquisa.....	12
1.3 Objetivo geral	13
1.4 Objetivos específicos	14
1.5 Justificativa.....	15
1.6 Estrutura do trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT)	17
2.2 <i>Supply Chain</i>	23
2.3 IoT em <i>Supply Chain</i>	289
2.4 Competências com a implementação de IoT em <i>Supply Chain</i>	33
2.5 Desafios da implementação da IoT em controle de entradas e saídas de suprimentos em almoxarifado	36
2.6 RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>)	38
2.7 RFID em <i>Supply Chain</i>	40
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	411
3.1 Levantamento bibliométrico.....	42
3.2 Instrumento de pesquisa	433
3.3 Empresa pesquisada.....	44
4 DESCRIÇÃO DO CASO	466
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	4949
6 CONCLUSÃO	522
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância e delimitação do tema

A sinergia das tecnologias amplia-se, expandindo horizontes e aplicações. Este avanço transforma o cenário empresarial, onde a inovação reconfigura as práticas das grandes corporações. Ideias, soluções e possibilidades alimentam a crescente interconexão de dispositivos.

Na logística, a introdução de tecnologias revoluciona, modernizando a gestão e influenciando a economia, competitividade e eficiência do mercado. O controle de suprimentos em almoxarifados, por meio de tecnologias, viabiliza uma gestão eficiente, propiciando planejamento preciso e evitando desperdícios.

A implementação da tecnologia IoT, seja no setor público ou privado, promove gestão transparente e otimização financeira. Essa inovação se estende à logística, integrando-a à cadeia de valor de maneira acionável.

A aplicação da IoT na operação logística beneficia a cadeia de suprimentos, permitindo rastreamento desde a produção até a entrega ao cliente. Empresas ganham visão precisa e em tempo real, identificando gargalos e otimizando processos. Contribuindo para o monitoramento em tempo real dos itens, reduzindo custos de manutenção e tempo de inatividade. Dando segurança aos dados coletados que representa um desafio, exigindo abordagem multidisciplinar.

Integrar a IoT com sistemas legados é desafiador, demandando planejamento cuidadoso para não prejudicar a operação atual. A implementação da IoT é um processo contínuo e colaborativo, envolvendo diversas áreas da empresa.

A análise de dados coletados pela IoT demanda sistemas de analytics e inteligência artificial. Essa abordagem permite que as empresas obtenham insights valiosos para decisões mais informadas e eficazes.

1.2 Problema de pesquisa

A gestão da cadeia de suprimentos é uma tarefa complexa e desafiadora para muitas empresas de logística, pois envolve uma série de etapas e localizações geográficas. O rastreamento de itens ao longo de todo o processo pode ser difícil, tornando difícil a obtenção de um controle preciso e eficiente dos suprimentos. No entanto, a implementação da Internet das Coisas (IoT) pode proporcionar uma solução inovadora para esse problema.

Ao incorporar a IoT na gestão da cadeia de suprimentos, as empresas podem obter maior controle e visibilidade sobre suas operações. Através do uso de sensores e dispositivos inteligentes, é possível coletar e transmitir dados em tempo real, permitindo um acompanhamento instantâneo e confiável das entradas e saídas de suprimentos em toda a cadeia. Isso possibilita o rastreamento completo dos produtos desde a produção até a entrega ao cliente final, garantindo maior eficiência e segurança nas operações.

Uma das principais vantagens da aplicação da IoT é a visão em tempo real do estoque. Com informações atualizadas constantemente, a gestão de estoque se torna mais precisa, facilitando a tomada de decisões relacionadas aos suprimentos. A capacidade de identificar gargalos e falhas nos processos também é aprimorada, permitindo que medidas corretivas sejam adotadas rapidamente para otimizar a eficiência operacional.

Além disso, a IoT facilita a avaliação da eficiência de fornecedores e compradores. Através do monitoramento em tempo real, é possível verificar se as empresas estão cumprindo prazos de entrega e pagamentos, bem como se estão fornecendo os produtos nas quantidades e qualidade exigidas. Isso possibilita a validação da procedência dos produtos e serviços adquiridos, garantindo que os preços pagos reflitam o custo real de produção.

Para implantar a IoT na gestão da cadeia de suprimentos, as empresas têm algumas opções. Elas podem terceirizar a implementação com uma empresa especializada que já possui o *software* desenvolvido para o controle de estoque, o que pode ser uma solução mais prática e econômica. Por outro lado, podem optar por desenvolver um software próprio, personalizado de acordo com suas necessidades específicas, garantindo maior controle e integração com outros sistemas existentes na empresa. Independentemente da escolha, é fundamental capacitar a equipe

responsável para lidar com as novas tecnologias e garantir a eficiente integração dos sistemas.

Os benefícios da implantação da IoT na gestão da cadeia de suprimentos são diversos. A coleta, processamento e análise de dados em tempo real permitem decisões mais precisas e eficazes. Aumenta-se o controle e a visibilidade das operações, o que contribui para a identificação de oportunidades de melhorias e redução de custos. Além disso, a maior colaboração e compartilhamento de informações entre equipes proporcionam um ambiente de trabalho mais eficiente.

Entre as tecnologias específicas de IoT que influenciam na cadeia de suprimentos estão os sensores e dispositivos inteligentes, permitindo a coleta de dados em tempo real; os sistemas de rastreamento e monitoramento, garantindo a localização dos produtos em toda a cadeia; e as plataformas de análise de dados e inteligência artificial, fornecendo *insights* estratégicos para a tomada de decisões.

Em suma, a utilização da IoT na gestão da cadeia de suprimentos traz inúmeros benefícios para as empresas de logística, incluindo maior controle, redução de custos, melhoria da eficiência operacional, maior colaboração entre equipes e garantia de segurança nas operações. A adoção dessas tecnologias pode ser um diferencial competitivo significativo para empresas que buscam otimizar suas operações e melhorar a qualidade dos serviços prestados. Diante desses benefícios potenciais, fica evidente a importância da pergunta: Como as empresas de logística podem aproveitar ao máximo as oportunidades oferecidas pela IoT para aprimorar suas cadeias de suprimentos e se destacar em um mercado cada vez mais competitivo?

1.3 Objetivo geral

De acordo com o que foi evidenciado, as empresas do setor de logística estão em constante busca por soluções que possam garantir qualidade nos processos operacionais. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar e aprimorar o controle e gerenciamento de estoque em uma empresa de logística, por meio da implementação de um sistema de identificação de radiofrequência (RFID) para os itens, visando aprimorar a qualidade dos serviços oferecidos na cadeia de suprimentos.

Por meio da temática "IoT em suprimentos", busca-se propor uma solução técnica baseada em tecnologia IoT para o controle de compras e suprimentos na empresa de logística, capaz de fornecer informações relevantes para a tomada de

decisão. É importante salientar que, à medida que novas tecnologias surgem no mercado para facilitar o desenvolvimento das atividades logísticas e de outras áreas, devem ser consideradas para possibilitar um maior controle na gestão.

A IoT aplicada à gestão de suprimentos se mostra como uma ferramenta com grande importância no controle de estoque, porém, o software utilizado deve ser adequado à realidade de cada empresa, garantindo a fidedignidade das informações. Somente assim, a aplicação da tecnologia alcançará o objetivo pretendido e proporcionará uma gestão mais eficiente. É fundamental que a equipe responsável esteja capacitada para lidar com as novas tecnologias e que haja uma integração eficiente dos sistemas de IoT com outros sistemas existentes na empresa.

1.4 Objetivos específicos

- Analisar os principais indicadores de suprimentos na empresa de logística, identificando áreas que possam se beneficiar do uso de tecnologia IoT para melhorar a eficiência operacional;
- Desenvolver um sistema de identificação de radiofrequência (RFID) integrado, capaz de rastrear o fluxo de entrada e saída de suprimentos na empresa, fornecendo informações precisas e em tempo real para tomada de decisões estratégicas;
- Implementar um mecanismo de classificação automática dos suprimentos com base no prazo de validade, priorizando a saída dos itens com vencimento mais próximo, visando reduzir desperdícios e evitar perdas;
- Garantir um controle mais efetivo e seguro do estoque, prevenindo furtos e minimizando erros de inventário;
- Integrar a solução de IoT aos sistemas existentes na empresa de logística, assegurando uma transição suave e uma gestão eficiente entre as novas tecnologias e os processos estabelecidos.

Os objetivos específicos deste estudo são fundamentais para alcançar o objetivo geral de propor uma solução tecnológica baseada em IoT para controle de entrada e saída de suprimentos na empresa de logística, a fim de garantir o controle, precisão e eficiência das atividades relacionadas à gestão de suprimentos.

Inicialmente, será realizada uma verificação dos principais processos relacionados ao uso de tecnologia em suprimentos na empresa de logística. Essa análise permitirá compreender o cenário atual e identificar possíveis gargalos que podem ser solucionados com o uso da IoT. Além disso, será avaliada a estrutura organizacional da empresa de logística, a fim de identificar como a tecnologia pode ser implementada de forma eficiente e integrada aos processos existentes.

A análise dos principais indicadores de suprimentos da empresa de logística também é essencial para compreender como a tecnologia pode contribuir para o aumento da eficiência e redução de custos.

1.5 Justificativa

Com a globalização as empresas que atuam no segmento de logística tem acompanhado a indústria eletrônica que vem passando por vários avanços, onde estão elaborando tecnologias e funcionalidades para oferecer mais eficiência ou viabilizar a entrada em novos mercados com produtos inovadores que irão trazer uma nova roupagem exigindo que as empresas buscam ferramentas e processos com foco na competitividade, gerenciamento, mas com continuidade das atividades da empresa.

Esse segmento deu uma alavancada depois da pandemia, ou seja, a partir de 2020, quando as necessidades do mercado impuseram que as empresas se adaptassem a esses novos tempos, com o aumento das vendas por *ecommerce* em que as pessoas com sérias restrições de mobilidade passaram a adquirir produtos por internet.

Onde a gestão da organização teve que abrir canais para promoverem o desenvolvimento de ideias, iniciativas que visassem a melhoria no desempenho operacional buscando soluções tecnológicas ligadas ao desenvolvimento colaborativo da cadeia de suprimentos que contribuem para a tomada de decisão autônoma.

Com isso, o desenvolvimento de soluções tecnológicas utilizando a internet das coisas (IoT) na área de suprimentos tem aberto janelas de oportunidades, uma vez que conecta máquinas entre si e com internet sem interferência humana.

Logo, Tan e Wang (2010) dizem que:

Internet das Coisas é uma nova forma de tecnologia da informação e da comunicação que se difere do habitual, onde pessoas se comunicam com outras pessoas pois agora as coisas também poderão se comunicar com as pessoas e com outros dispositivos (Tan e Wang, 2010).

Logo, a autora dessa dissertação, como colaboradora do setor de suprimentos, que tem vivência e percebe as necessidades do dia a dia na qual precisa de informações rápidas e confiáveis para as tomadas de decisão para identificar a possibilidade de utilizar os dados em modelos estatísticos de inteligência artificial, que podem motivar ganhos para a organização qualitativamente e quantitativamente.

Além disso, o presente trabalho através de um caso real busca esclarecer **como** as decisões podem ser tomadas, identificar o **porquê** e apresentara os resultados. Mostrando uma visão geral em todo processo da cadeia de suprimentos. Então, o IoT deverá ser uma ferramenta utilizada pela tecnologia da informação, podendo fornecer visibilidade, agilidade e adaptabilidade para a cadeia de suprimentos, tendo a capacidade de reduzir o prazo entre a captura de dados e tomada de decisão (Ell Is, Morris; Santagate, 2015).

Segundo Ben Daya, Hassini e Bahroun (2017), a IoT pode realizar algumas alterações nos processos da cadeia de suprimentos, permitindo a implementação de ações de redução de custos, integração de dados, rastreabilidade, transparência nas decisões e inventário preciso. Sendo assim, as empresas que desejam se manter competitivas precisam investir cada vez mais em equipamentos para garantir o atendimento da demanda e visualizar o estoque em tempo real, tendo dados mais corretos e atualizados para um maior controle dos ativos imobilizados.

Com a globalização e o avanço da indústria eletrônica, as empresas de logística precisam estar sempre atualizadas em relação às tecnologias e funcionalidades disponíveis no mercado para oferecer mais eficiência e viabilizar a entrada em novos mercados com produtos inovadores. Com a pandemia da COVID-19, a necessidade de adaptação a esses novos tempos ficou ainda mais evidente, com o aumento das vendas por e-commerce e a restrição da mobilidade das pessoas.

Nesse contexto, o uso de tecnologias ligadas ao desenvolvimento colaborativo da cadeia de suprimentos tem sido cada vez mais importante para a tomada de decisão autônoma, visando à melhoria do desempenho operacional e à competitividade das empresas de logística. A IoT tem se mostrado uma solução tecnológica promissora para a gestão da cadeia de suprimentos, possibilitando a conexão de máquinas entre si e com a internet sem a interferência humana.

1.6 Estrutura do trabalho

O referido trabalho estará disposto em seis seções, logo o desenvolvimento do tema se deu pela necessidade de otimizar o setor de Suprimentos na empresa de logística na qual sou colaboradora e também pela revisão literária conforme demonstrado

Este trabalho está organizado em seis capítulos. No Capítulo 2 será apresentada a fundamentação teórica do trabalho e discutidas as possibilidades de aplicações de IoT na cadeia de suprimentos. O Capítulo 3 traz os procedimentos metodológicos da pesquisa. Um estudo de caso de implantação de IoT numa empresa de logística de transportes será apresentado no Capítulo 4 e no Capítulo 5 discute-se os resultados obtidos nesta empresa. Por fim, no Capítulo 6 serão apresentada as conclusões da pesquisa apresentada e as recomendações de trabalhos futuros.”

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Internet of Things* (IoT)

O termo "Internet das Coisas" (IoT) foi criado pelo cientista britânico Kevin Ashton em 1999, que concebeu um sistema de sensores onnipresentes conectando o mundo físico à Internet enquanto trabalhava em identificação por rádio frequência (RFID). A IoT é baseada em três principais componentes: a Internet, as coisas e a conectividade entre elas. O valor agregado da IoT está na interligação dos mundos físico e digital em sistemas, preenchendo as lacunas entre eles. Embora a Internet exista há mais de 50 anos, a IoT se tornou possível devido a uma série de tecnologias emergentes, como sensores, comunicação sem fio e inteligência artificial.

A IoT tem a capacidade de transformar vários setores, incluindo sistemas embarcados, sensoriamento e comunicação, entre outros. Um exemplo comum de aplicação da IoT é em casas inteligentes, que permitem que as pessoas controlem as luzes e os eletrodomésticos com comandos de voz ou usando um smartphone. Além disso, é possível controlar esses dispositivos à distância, permitindo que os usuários abram portões, liguem eletrodomésticos e abram ou fechem cortinas antes mesmo de chegar em casa.

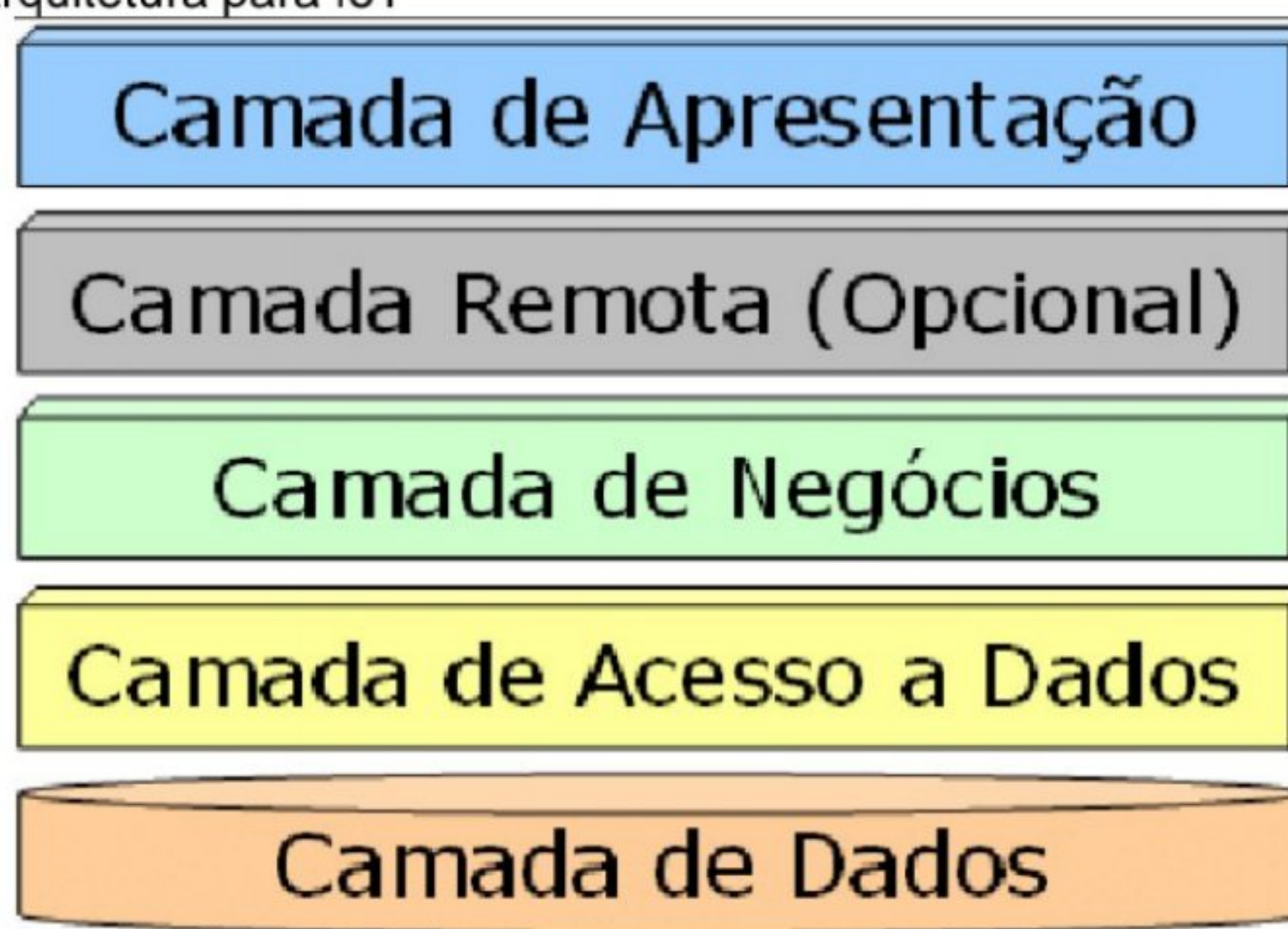
No entanto, a IoT também apresenta desafios a serem superados. Um dos principais desafios é garantir a segurança dos dispositivos e dos dados coletados. Como a IoT envolve a coleta e o armazenamento de grandes quantidades de dados,

é importante garantir a proteção desses dados contra ameaças externas, como hackers. Além disso, é necessário garantir que os dados coletados sejam precisos e confiáveis, evitando a tomada de decisões baseadas em informações incorretas.

Outro desafio é a interoperabilidade e a padronização dos dispositivos e protocolos utilizados na IoT. A falta de padronização dificulta a integração de diferentes dispositivos em um único sistema, o que pode limitar a eficácia da IoT. É importante que as empresas planejem cuidadosamente a integração da IoT em seus processos operacionais, garantindo que a tecnologia seja implementada de forma eficiente e sem prejudicar a operação atual.

Além disso, a implementação da IoT requer investimentos em tecnologia adequada e em profissionais capacitados para gerenciar e manter os sistemas de IoT. As empresas precisam definir seus objetivos e avaliar a viabilidade da implementação da IoT em seus processos de produção. É importante que a implementação da IoT seja vista como um processo contínuo e colaborativo, envolvendo diversas áreas da empresa, como engenharia, tecnologia da informação, operações e gestão.

Figura 1 - Arquitetura para IoT



Fonte: Santos et al., 2016.

No geral, a IoT tem o potencial de revolucionar a forma como interagimos com o mundo físico, permitindo a coleta e análise de dados em tempo real, otimizando processos e aumentando a eficiência. No entanto, a implementação da IoT requer

planejamento cuidadoso e uma estratégia clara, além de considerar desafios como a segurança dos dados coletados e a interoperabilidade de dispositivos.

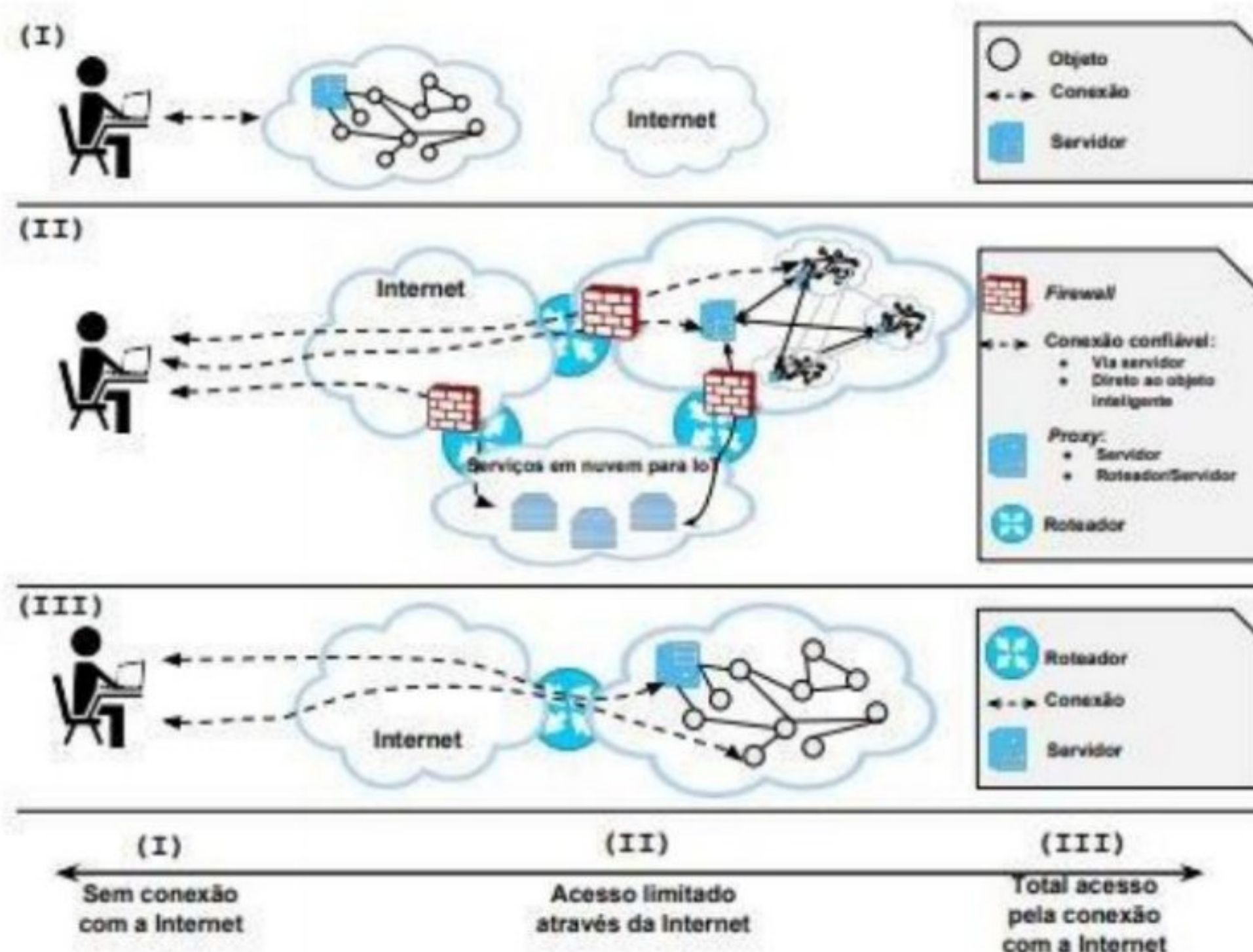
Dessa maneira, vê-se que foi uma tecnologia que veio para ficar e facilitar a vida das pessoas e a cada dia vem acontecendo o aprimoramento dos métodos que permite inovações frequentes nas ferramentas da internet, que impacta, também, no ramo da logística.

Os avanços tecnológicos na área da Internet das Coisas têm permitido o desenvolvimento de soluções para diversas áreas, dentre elas a saúde. Segundo Singh et al. (2020), o IoT tem sido aplicado para combater a pandemia da COVID-19, como no monitoramento de pacientes em tempo real, triagem automática em hospitais, detecção de contaminação em ambientes e rastreamento de casos positivos. Essas aplicações podem contribuir para a melhoria da eficiência do sistema de saúde e para a prevenção de novas doenças.

No entanto, o IoT apresenta desafios e questões que precisam ser abordados. Um desses desafios é a questão da privacidade e segurança dos dados coletados, que precisa ser garantida para evitar vazamentos e usos indevidos (Stoyanova et al., 2020). Além disso, a implementação do IoT em larga escala requer investimentos significativos e infraestrutura adequada, o que pode ser um entrave para a adoção em alguns contextos (Farooq et al., 2015).

Outro ponto importante é o surgimento de novas tecnologias relacionadas ao IoT, como a 5G, que pode permitir uma conectividade mais rápida e estável entre dispositivos (Shafique et al., 2020). Isso pode impulsionar ainda mais o desenvolvimento de soluções baseadas em IoT e abrir novas possibilidades para as empresas do setor.

Figura 2 - Modelos de conectividade dos objetos inteligentes. (I) Rede autônoma na qual os objetos inteligentes não possuem conexão com a Internet; (II) Rede de objetos inteligentes limitada, pois o acesso aos dispositivos é restrito; (III) IoT "autêntica" na qual os objetos estão conectados à Internet



Fonte: Santos et al., 2016.

No campo da produção sustentável, o IoT também pode trazer benefícios significativos. Segundo Nižetić et al. (2020), o uso de sensores e dispositivos conectados pode permitir uma gestão mais eficiente dos recursos naturais e redução de desperdícios, além de facilitar a adoção de práticas sustentáveis nas cadeias produtivas.

Madakam et al. (2015) destacam que o IoT é uma área de grande interesse na pesquisa científica e tecnológica, e que a literatura sobre o tema está em constante evolução. Novas aplicações e possibilidades estão surgindo a cada dia, o que reforça a importância do desenvolvimento de soluções inovadoras para atender às demandas do mercado e da sociedade como um todo.

Srinivasan et al. (2019) realizaram uma revisão sobre os diferentes tipos de IoT, classificando-os em categorias como IoT em saúde, em transporte, em agricultura, entre outros. Essa classificação evidencia a ampla gama de aplicações possíveis para essa tecnologia, que pode ser utilizada em diferentes setores e contextos.

Além disso, o IoT pode trazer impactos significativos no mercado de trabalho, com a necessidade de profissionais qualificados para atuar no desenvolvimento e manutenção de sistemas baseados em IoT (Farooq et al., 2015). Essa demanda pode gerar novas oportunidades de emprego e de negócios para empresas do setor de tecnologia.

Figura 3 - Comparativo entre os principais simuladores/emuladores para IoT

Nome	Suporte GUI	Licença	Linguagem	Sistema Operacional
Cooja	Sim	Código aberto	C	Linux
ns-2	Não	Código aberto	C++ e oTcl	GNU/Linux, FreeBSD, Mac OS e Windows
ns-3	Limitado	Código aberto	C++ e python	GNU/Linux, FreeBSD, Mac OS e Windows
Tossim	Limitado	Código aberto	nesC e python	Linux ou Cygwin no Windows
OMNet++	Sim	Comercial e código aberto	C++	Linux, Mac OS e Windows
Castalia	Sim	Código aberto	C++	Linux e Windows
Sinalgo	Sim	Código aberto	Java	Linux, Mac OS e Windows

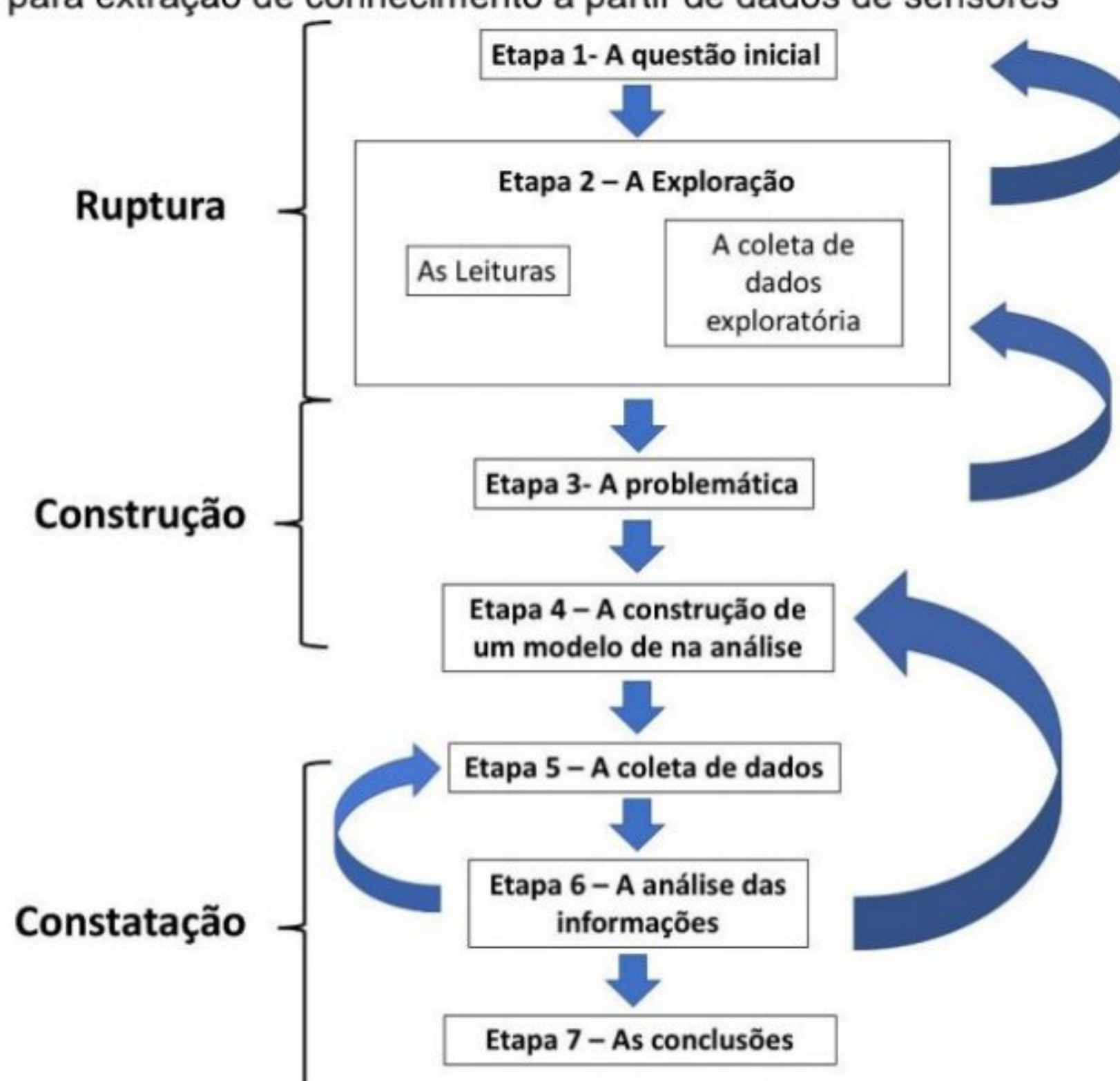
Fonte: Santos et al., 2016.

Seguindo com as pesquisas na área, Madakam et al. (2015) buscou identificar as principais tendências e desafios do IoT. Segundo os autores, as aplicações da IoT podem ser agrupadas em diversas áreas, como saúde, agricultura, transporte, energia, entre outras, e podem trazer benefícios como redução de custos, melhoria na qualidade dos serviços e aumento da produtividade. Porém, o uso massivo de dispositivos conectados pode levar a desafios relacionados à segurança, privacidade, padronização e gerenciamento dos dados.

Já a pesquisa de Farooq et al. (2015) revisou a literatura existente sobre IoT, abrangendo sua história, arquitetura, aplicações e desafios. Os autores afirmam que a IoT representa uma nova era na qual a tecnologia se torna mais integrada com o cotidiano das pessoas, possibilitando a criação de novos serviços e oportunidades de negócios. No entanto, os desafios envolvem a garantia de privacidade e segurança dos dados, além da necessidade de desenvolver padrões e protocolos comuns para a interoperabilidade entre dispositivos.

Outro aspecto importante a ser considerado é a evolução da tecnologia 5G e como isso pode influenciar no desenvolvimento da IoT. A revisão realizada por Shafique et al. (2020) discute os desafios e perspectivas para a implementação da IoT em sistemas inteligentes de próxima geração, com a adoção da tecnologia 5G. Os autores destacam a necessidade de padronização, segurança e escalabilidade, além da integração com outras tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a computação em nuvem.

Figura 4 - Etapas para extração de conhecimento a partir de dados de sensores



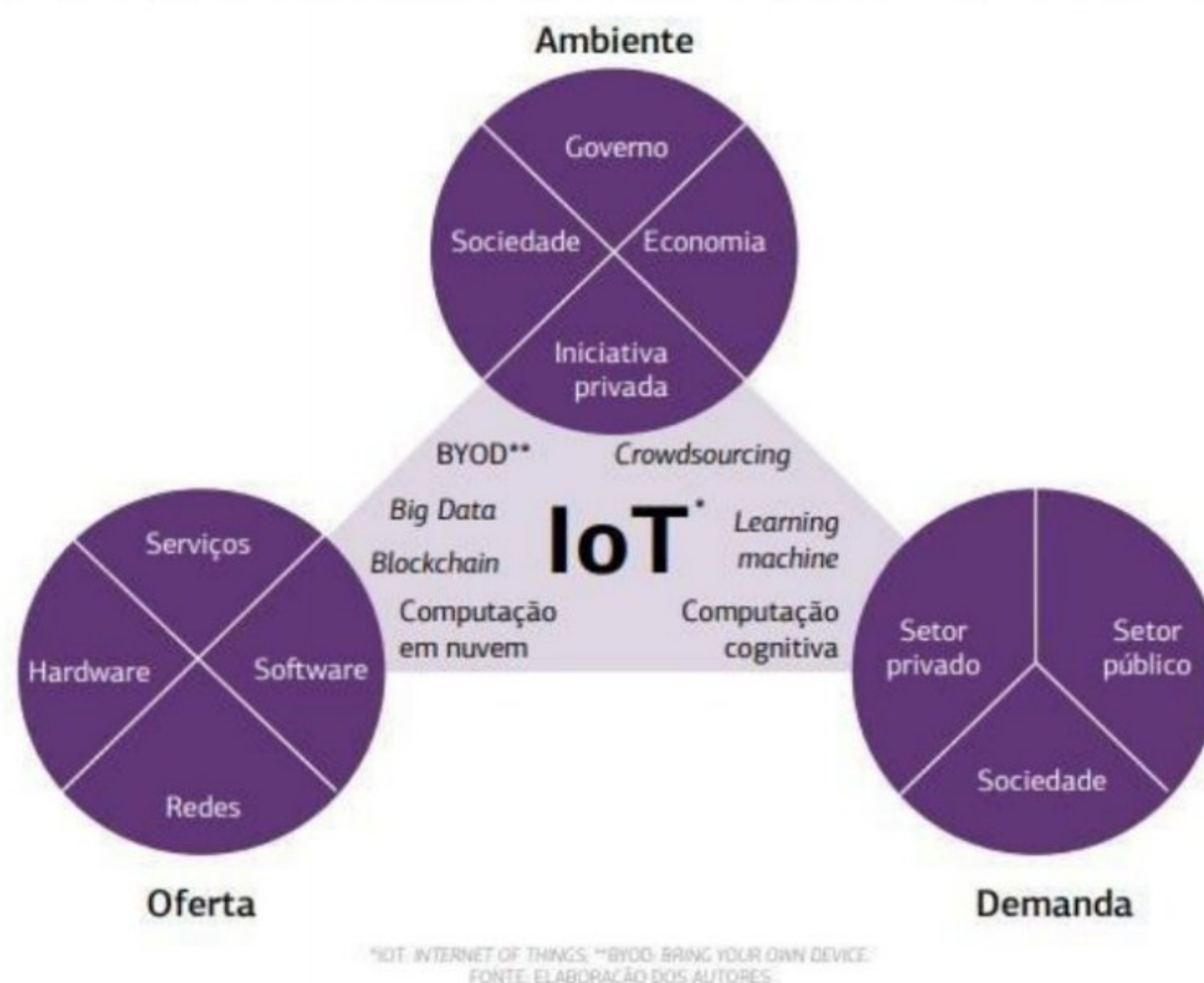
Fonte: Fastformat, 2021.

Além disso, a IoT também tem sido vista como uma ferramenta importante no combate à pandemia da COVID-19. A pesquisa de Singh et al. (2020) discute as diversas aplicações da IoT no contexto da pandemia, como a monitoração remota de pacientes, o rastreamento de contatos e a detecção de aglomerações. Os autores enfatizam que a IoT pode ajudar a reduzir a propagação do vírus e a aumentar a eficiência dos sistemas de saúde.

Em suma, a IoT representa uma tendência tecnológica em ascensão que pode impactar diversos setores, incluindo a logística. As pesquisas realizadas na área indicam que há uma grande variedade de aplicações possíveis, que podem trazer

benefícios como redução de custos, melhoria na qualidade dos serviços e aumento da produtividade. No entanto, é preciso estar atento aos desafios relacionados à segurança, privacidade, padronização e gerenciamento dos dados, além de considerar a evolução de outras tecnologias complementares, como a 5G e a inteligência artificial.

Figura 5 - IOT, avanços tecnológicos associados e as dimensões de oferta, demanda e ambiente



Fonte: Albertin e Albertin, 2017.

2.2 Supply Chain

Supply Chain é uma expressão em inglês que significa Cadeia de Suprimentos, também conhecida por cadeia logística, envolve várias fases desde a fabricação até a entrega do produto final. Não se pode restringir a logística a empresa fabricante porque dependendo da eficiência do processo o consumidor final pode ser impactado, positivamente ou não. Considerando que o intermediário que apenas revende o produto, também é afetado e é importante que conheça quais são os aspectos envolvidos na produção, como o prazo de entrega, períodos de sazonalidade, em que há alta ou queda na demanda, formas de trabalho do fornecedor, dentre outros aspectos.

Nas empresas da área industrial a administração dessa logística é mais complexa, pois envolve várias fases por isso é importante conhecer e monitorar o funcionamento de todo processo para que não ocorra nenhum problema que venha a afetar o consumidor final.

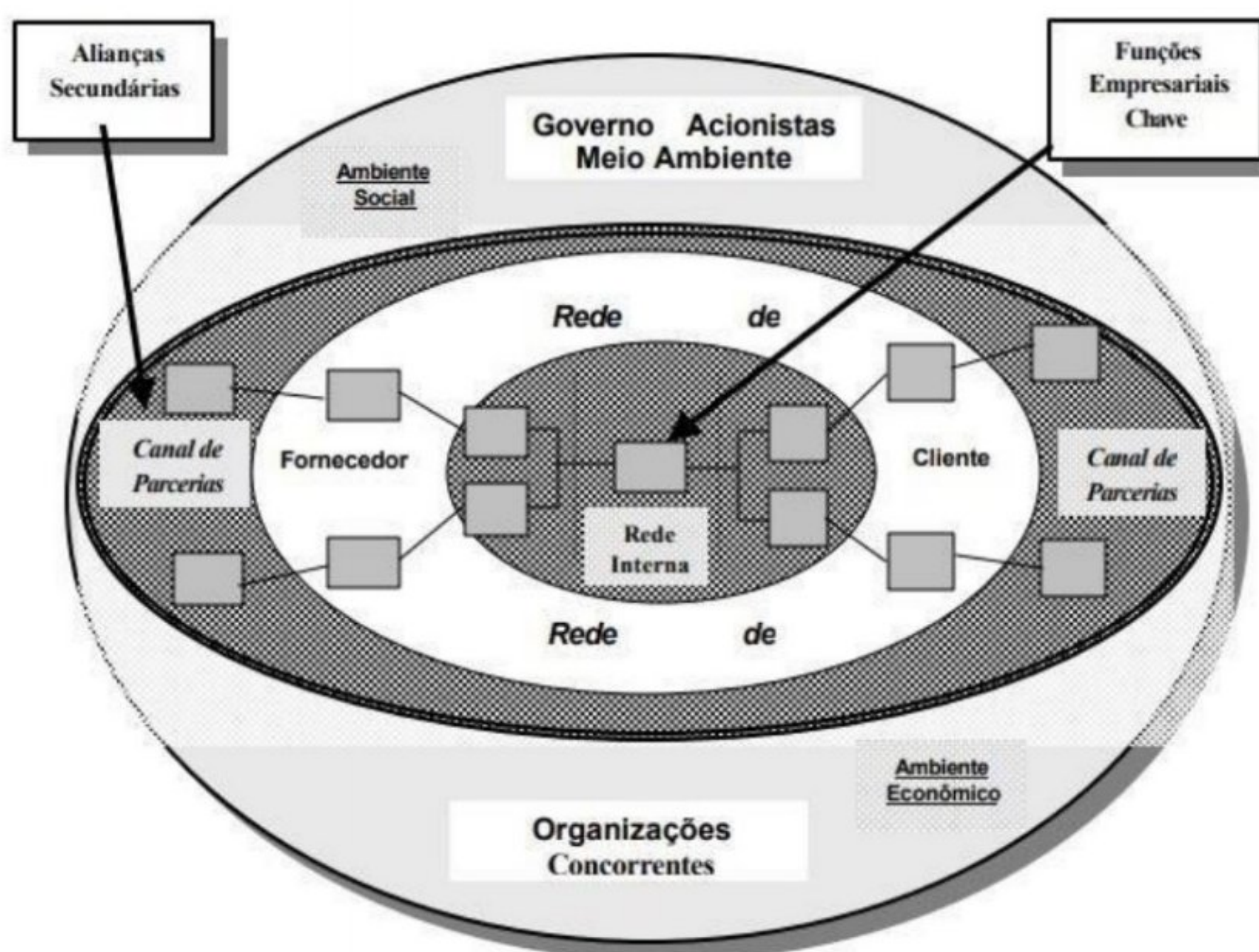
Pode-se exemplificar da seguinte forma: problemas em produtos que são adquiridos pela internet, sem que o cliente possa ter todo o acompanhamento do seu pedido, também podemos a falta de um produto que o cliente escolhe no cardápio de um restaurante e não está sendo ofertado no dia, esses erros são de responsabilidade da gestão da cadeia de suprimentos, conhecida como *Management Supply Chain*.

O termo refere-se ao gerenciamento dos insumos, planejamento estratégico, serviços de informações e todos os combustíveis que fazem cada etapa do processo produtivo funcionar. Muitas vezes cadeia de suprimentos e logística são considerados como sendo a mesma coisa, como sendo sinônimos, mas existem estudos divergentes que demonstram diferenças entre os dois termos.

Resumidamente a discussão gira em torno da aplicação de cada um destes termos. Diz que a Logística é voltada para integração dentro da empresa. Já a Cadeia de Suprimentos é relacionada a integração entre empresas (fornecedores, fabricantes, distribuidores). Mas quando se utiliza os dois processos têm-se a Logística Integrada.

Em se tratando de gestão da cadeia de suprimentos o objetivo é ter mais eficiência e eficácia para melhorar a vantagem competitiva da empresa, o rastreamento de logística é um dos setores que mais se sobressaem é o da Internet das Coisas. O gerenciamento da cadeia de suprimentos é complicado e de alto risco, pois quando acontece algo de errado, geralmente tem efeitos em cascata que afetam setores inteiros.

Figura 6 - Macro-ambiente de Cadeias de Suprimento



Fonte: Roos, 1997, p. 21.

A tecnologia da cadeia de suprimentos da IoT pode ajudar os gestores, desde a fabricação até o transporte e a entrega, a monitorar a logística e, por fim, evidenciar possíveis problemas que possam vir a acontecer em áreas críticas da cadeia de suprimentos.

O monitoramento da cadeia de suprimentos é um processo fundamental para garantir a qualidade do produto e a satisfação do cliente final, como apontado por Stadtler (2014) em seu livro *Supply Chain Management: An Overview*. Com a globalização, as empresas têm buscado fornecedores em outros países e a logística de importação e exportação pode ser ainda mais complexa, como observado por Koberg e Longoni (2019) em seu artigo sobre sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos. Nesse contexto, a gestão da cadeia de suprimentos tem se tornado cada vez mais importante, pois se um problema ocorrer em algum ponto dessa cadeia, pode afetar negativamente todo o processo produtivo.

A gestão da cadeia de suprimentos sustentável tem sido uma preocupação crescente para as empresas em todo o mundo, como destacado por Koberg e Longoni