

## IOT X CIDADES INTELIGENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

### *IOT X SMART CITIES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Rainy Rocha Leite<sup>1</sup>

Wilson Rodrigues de Sousa Junior<sup>2</sup>

**RESUMO:** A Internet das Coisas (IoT) emergiu como uma revolução tecnológica com o propósito de conectar objetos cotidianos à internet, estabelecendo uma interconexão entre o mundo físico e o digital. A abordagem da IoT no desenvolvimento de Cidades inteligentes representa um campo promissor dessa revolução. Isso envolve a implementação de sensores e dispositivos conectados para coletar dados em tempo real e fornecer informações valiosas para a gestão urbana e para a melhoria da eficiência de serviços públicos e privados. Essa pesquisa tem como objetivos explorar acerca da IoT e suas aplicações, avaliando também sobre a sua relação com as cidades inteligentes. Através de uma Revisão sistemática de literatura (RSL) o estudo contribui para um melhor entendimento sobre as vastas possibilidades de aplicação da IoT e como elas se relacionam no contexto de cidades inteligentes.

**Palavras-Chave:** Internet das coisas; Cidade inteligente; Revolução tecnológica; Revisão sistemática de literatura.

**ABSTRACT:** The Internet of Things (IoT) has emerged as a technological revolution with the purpose of connecting everyday objects to the internet, establishing an interconnection between the physical and digital worlds. The IoT approach in the development of Smart Cities represents a promising field in this revolution. This involves the implementation of sensors and connected devices to collect real-time data and provide valuable information for urban management and the improvement of the efficiency of public and private services. This research aims to explore IoT, also evaluating its relationship with smart cities. Through a Systematic Literature Review (SLR), the study contributes to a better understanding of the vast possibilities of IoT applications and how they relate in the context of smart cities.

**Keywords:** Internet of things; Smart City; Technological revolution; Systematic literature review.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço contínuo das tecnologias tem permeado diferentes aspectos da vida das pessoas, resultando em um crescimento constante das tecnologias de serviços inteligentes. Essas tecnologias se baseiam na integração de dados para resolver

---

<sup>1</sup> Centro Universitário Salesiano – UniSales (rainyrocha@souunisales.com.br)

<sup>2</sup> Centro Universitário Salesiano – UniSales (wilson@salesiano.br)

problemas, otimizar processos e melhorar a eficiência de serviços, por meio da aplicação da Internet das Coisas, *Internet of Things* em inglês (IoT), em diversos setores. Segundo Dias (2016), a IoT apresenta vastas oportunidades de aplicação que, em grande parte, permanecem pouco exploradas. Este fenômeno a posiciona como uma das mais promissoras Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em ascensão. O autor destaca que, entre as diversas áreas de abrangência da IoT, aquelas que se destacam são a indústria, o comércio, a medicina, o meio ambiente e as áreas urbanas, especialmente no contexto de cidades inteligentes.

A IoT é definida por Carrion e Quaresma (2019) como uma tecnologia capaz de promover a conexão à internet entre pequenos objetos a ambientes e cidades, possibilitando a comunicação uns com os outros e, conseqüentemente, com os seres humanos. Segundo Evans (2011) a IoT representa uma evolução real da Internet, tendo um grande avanço na capacidade de coletar, analisar e distribuir dados, em seu estudo afirma que ela representa um avanço que levará ao uso de aplicações revolucionárias.

Segundo Godoi e Araújo (2019) a IoT traz inúmeros benefícios tanto para as empresas quanto à sociedade, tal como a interconectividade entre os objetos facilitando a tomada de decisões e a ampliação do conforto e comodidade, executando tarefas rotineiras e operacionais nos ambientes sociais.

Esse tipo de tecnologia também está presente no contexto das cidades, mais especificamente nas cidades inteligentes (*smart cities*). Para Su (2011) *SmartCity* é definida como uma cidade que faz o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), para medir, analisar e integrar os dados-chaves de um sistema em um único sistema núcleo, trazer respostas inteligentes para diferentes tipos de necessidades, incluindo as do dia-a-dia, preocupação ambiental, segurança pública e atividades do comércio, indústria e serviços da cidade. Como destacam Chourabi *et al.* (2012, p. 2289), — tornar uma cidade “inteligente” é uma estratégia emergente para mitigar os problemas gerados pelo crescimento da população urbana e da rápida urbanização.

Estatísticas da Organização das Nações Unidas (ONU) indicam que, até 2050, mais de 70% da população mundial viverá em complexos urbanos. O aumento exponencial da população nas áreas urbanas apresenta desafios significativos, como poluição, aumento na utilização de recursos naturais, acesso limitado a serviços e outros. Este estudo se justifica pela necessidade de analisar e disseminar informações sobre a IoT, promovendo uma compreensão mais profunda sobre as diferentes aplicações e benefícios que essa tecnologia pode proporcionar.

Diante do exposto, definiu-se como objetivos explorar sobre a Internet das Coisas (IoT) e suas aplicações e como objetivo específico busca-se relacionar a utilização dessa tecnologia com o desenvolvimento de Cidades inteligentes.

Este trabalho encontra-se organizado em 5 seções, onde serão expostos os principais aspectos desta pesquisa. Na segunda seção, será realizada uma revisão bibliográfica, explorando estudos e pesquisas relevantes que abordam sobre a IoT e Cidades inteligentes. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada para a coleta e análise de dados, citando os critérios de inclusão e exclusão baseado na estratégia adotada. Na quarta seção após ser definido o portfólio final o autor destaca os principais

conteúdos relevantes ao objetivo proposto e em seguida na última seção descreve suas considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 INTERNET DAS COISAS (IoT)

O primeiro registro que se tem conhecimento sobre a utilização do termo Internet das Coisas data de 1999 e foi introduzido por Kevin Ashton, pesquisador Britânico do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em um evento sobre etiquetagem eletrônica de produtos por meio de identificadores de rádio frequência – RFID (Ashton, 1999). Segundo Buyya e Dastjerdi (2016) o paradigma da Internet das Coisas promete incorporar aparelhos comuns ao ambiente da internet, o que abre a porta para inovações que visam construir um tipo de interação com a humanidade, proporcionando a realização de cidades inteligentes, infraestruturas e serviços para aperfeiçoamento da qualidade de vida e utilização de recursos naturais.

Do ponto de vista tecnológico, a IoT é “[...] uma infraestrutura dinâmica global com capacidades de autoconfiguração, baseada em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis, onde ‘coisas’ virtuais e físicas possuem identidades, atributos físicos e personalidades virtuais, usam interfaces inteligentes e estão integradas de maneira transparente à Rede de informações” (Itu-t, 2012).

Segundo Shin (2010), entende-se que ‘coisa’ na IoT é um conceito bastante amplo, podendo ser por exemplo, um medidor de resíduos inteligente, transportes públicos rastreáveis, um automóvel com sensores de alerta sobre a pressão do pneu ou qualquer outro objeto natural, ou feito pelo homem ao qual possa ser atribuído um endereço único, com a capacidade de transmissão de dados via rede Internet. Percebe-se então que a IoT se refere a existência de uma ou várias Tecnologias da informação e comunicação (TIC) que irão se integrar e habilitar o funcionamento da Internet das Coisas.

A IoT tem sido desenhada como uma arquitetura de referência por camadas, no sentido de responder a demanda de várias indústrias, empresas e sociedade. A Figura 1 ilustrada abaixo apresenta um esquema genérico de arquitetura em camadas proposto pela *International Telecommunication Union*:

Figura 1: Arquitetura



Fonte: Adaptado de (ITU-T, 2012)

Segundo Kubota e Rosa (2022), a IoT pode ser aplicada em diversos setores com o intuito de agilizar a tomada de decisão de forma inteligente, baseando-se em dados coletados em tempo real. A IoT pode ser aplicada em ambientes fabris, mineração, negócios, cidades, hospitais, entre outros.

A transformação digital das cidades, por exemplo, tem sido impulsionada pela implementação de tecnologias inovadoras, com destaque para a Internet das Coisas (IoT). Nesse contexto, o projeto *SmartSantander*, uma iniciativa financiada pela União Europeia, desempenhou um papel significativo ao estabelecer uma infraestrutura de IoT na cidade de Santander, Espanha, entre 2010 e 2014. Este projeto pioneiro buscou coletar dados em tempo real por meio de sensores distribuídos em diversas áreas urbanas, proporcionando *insights* valiosos sobre o funcionamento da cidade. A metodologia adotada e os resultados obtidos no *SmartSantander* não apenas contribuíram para o aprimoramento das operações urbanas, mas também serviram como um estudo de caso valioso para a compreensão das implicações da IoT em ambientes urbanos (Santander, 2014).

## 2.2 CIDADES INTELIGENTES

Neirotti *et al.* (2014) definem cidades como sistemas complexos caracterizados por um grande número de cidadãos interconectados, empresas, diferentes meios de transporte, redes de comunicação, serviços e utilidades. Citam em sua pesquisa que o crescimento populacional e o aumento da urbanização elevam uma variedade de problemas técnicos, sociais, econômicos e organizacionais que tendem a comprometer a sustentabilidade econômica e ambiental das cidades. Ademais os mesmos autores indicam que cada vez mais surgem debates sobre o modo como as novas soluções baseadas em tecnologia, bem como novas abordagens para o planejamento e a vida urbana, podem assegurar a viabilidade e a prosperidade futuras em áreas metropolitanas.

Haubensak (2014) afirma que a IBM define cidades inteligentes como cidades que utilizam de TIC para capturar, analisar e integrar informações relevantes no núcleo dos sistemas das cidades. Uma *smart city* pode, ao mesmo tempo, tomar decisões inteligentes para diferentes tipos de necessidades, incluindo aspectos diários, proteção ambiental, segurança pública, serviços da cidade e atividades industriais e comerciais, aponta o autor. A *smart city* também é definida como um território no qual a TIC propicia inovações em diversos segmentos, combinando a criatividade e o talento individual em prol da população da cidade, instituições locais e órgãos governamentais (Komninos, 2014).

O *Ranking Connected Smart Cities*, um importante indicador no contexto de cidades inteligentes, elaborado pela empresa *Urban Systems* (2015) destaca a crescente relevância das soluções tecnológicas na transformação urbana. Ao avaliar uma variedade de critérios, como mobilidade, meio ambiente, tecnologia e inovação, o *ranking* oferece *insights* valiosos sobre o progresso das cidades em direção à inteligência urbana. Ele demonstra a importância da adoção de tecnologias da informação e comunicação (TIC), muitas destas IoT, para aprimorar a qualidade de

vida dos cidadãos, promover a sustentabilidade e otimizar a prestação de serviços públicos. Esse *ranking* é um exemplo notável da crescente conscientização sobre a necessidade de integração de tecnologias inovadoras nas áreas urbanas para enfrentar os desafios contemporâneos e alcançar cidades verdadeiramente inteligentes.

No cenário brasileiro, já se evidenciam inspiradores exemplos de como a Internet das Coisas (IoT) está promovendo transformações significativas nas cidades. Um caso notável é observado em São Paulo, onde têm sido implementados sistemas de iluminação pública inteligente. Esses sistemas ajustam automaticamente a intensidade das luzes, considerando fatores como a presença de pedestres e as condições climáticas (Prefeitura de São Paulo, 2021). Tal iniciativa não apenas resulta em eficiência energética, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, mas também promove um incremento na segurança das vias urbanas, criando um ambiente mais seguro para os cidadãos.

No Brasil, para classificar as cidades como inteligentes, foi desenvolvido o *Ranking Connected Smart Cities* de medição e classificação de cidades inteligentes, a figura 2 abaixo ilustra os eixos do *ranking*:

Figura 2: Eixos



Fonte: (UrbanSystems, 2015)

### 3. METODOLOGIA

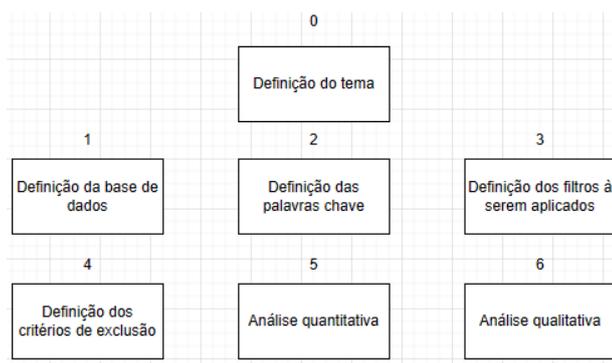
Com o intuito de aprofundar o entendimento sobre o tema abordado, foi realizada uma revisão sistemática de literatura (RSL). Essa revisão envolveu a consulta de livros especializados e artigos de autores renomados que tratam do assunto em questão.

Hedges *et al.* (2019) classificam as revisões sistemáticas em revisões sistemáticas com meta-análise; revisões sistemáticas narrativas; e revisões sistemáticas com meta-síntese. Baseado na definição dos autores, o presente trabalho enquadra-se como uma revisão sistemática narrativa, onde busca-se sintetizar os resultados de estudos quantitativos e qualitativos individuais sem referência à significância estatística dos resultados. Ainda segundo os autores esse tipo de revisão é um meio particularmente útil de unir estudos sobre diferentes tópicos para reinterpretar ou interconexão, a fim de desenvolver ou avaliar uma nova teoria.

A coleta dos dados ocorreu ao longo de 2023, na base de dados do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), dessa forma inicialmente utilizou-se de uma abordagem bibliométrica para maior compreensão dos documentos encontrados.

Para fins de facilitação do entendimento da estrutura em que o estudo foi desenvolvido, a figura 3 demonstra o fluxo das etapas realizadas:

Figura 3 – Estrutura



Fonte: Autores

Na primeira etapa foi necessário delimitar qual base de dados seria utilizada para efetuar a pesquisa dos materiais de revisão. Embora existam várias bases disponíveis, foi escolhida a ENEGEP, por ser considerada uma base consolidada e de relevância na literatura científica brasileira.

Em seguida as palavras-chave foram definidas de acordo com os objetivos da pesquisa, que envolve o uso de IoT e a relação dessa tecnologia com cidades inteligentes. Uma vez que as palavras foram escolhidas, o filtro aplicado durante a busca das pesquisas para RSL corresponde ao período de publicação. O período determinado foi do ano de 2016-2022, para avaliação de uma literatura mais recente.

Para a realização da busca, foram utilizadas as palavras chaves o que resultou em 167 publicações. Essa quantidade relativamente baixa de referências indica que o tema em estudo é recente. Como critério de exclusão inicial, houve um processo de seleção dos resultados através de filtros e da leitura dos títulos e resumos, avaliando o contexto, coerência e alinhamento dos estudos sob a ótica do objetivo apontado na pesquisa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

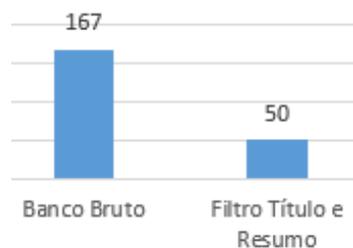
Nesta etapa foram contabilizados os dados quantitativos do banco de dados bruto. Estes documentos passaram por filtros para que fosse encontrado o portfólio final. Sendo eles:

- Filtro dos títulos e Resumos;
- Reconhecimento científico através do Google Acadêmico;
- Reavaliação.

#### 4.1.1 Filtro dos títulos e Leitura dos Resumos

Nesta etapa observou-se que, conforme citado por Dias (2016) o tema permanece sendo pouco explorado no cenário brasileiro, dos 167 documentos do artigo bruto, o número reduziu para 50. O gráfico 1 ilustrado abaixo demonstra a redução do portfólio:

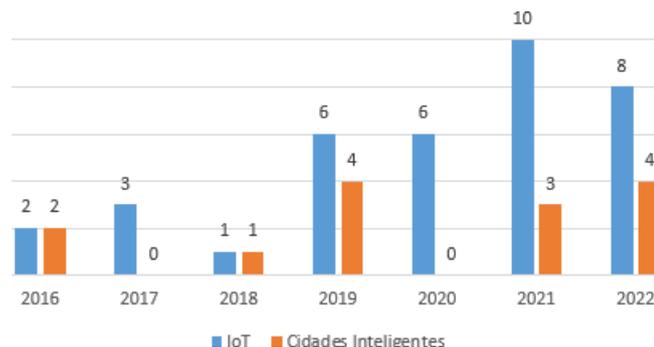
Gráfico 1 – Filtro Títulos e Resumo



Fonte: Autor

Além disso observou-se que, para o tema de Internet das Coisas (IoT), a produção acadêmica apresenta um crescimento discreto, destacando-se os anos de 2019 e 2021 com 6 e 10 artigos, respectivamente. Já no que diz respeito a Cidades Inteligentes, é notável o desafio de encontrar contribuições relevantes, com a maioria dos anos apresentando uma quantidade limitada ou até mesmo nula de artigos publicados. Essa escassez de material evidencia a carência de estudos nessa área específica, ressaltando, assim, a pertinência da presente pesquisa. O gráfico 2 ilustrado abaixo demonstra a evolução de publicações por período:

Gráfico 2 – Artigos por período

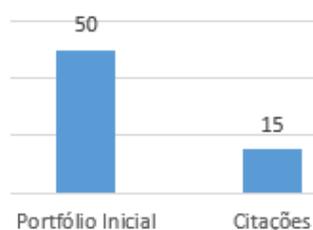


Fonte: Autores

#### 4.1.2 Reconhecimento científico através do Google Acadêmico

Nesta etapa foi levantada a quantidade de citações que cada artigo do portfólio inicial possuía no Google Acadêmico. Dentre as 50 publicações selecionadas, apenas 15 possuíam citação no google acadêmico, devido à baixa quantidade optou-se por definir este como o primeiro portfólio. Os resultados desta etapa podem ser observados na Gráfico 3:

Gráfico 3 – Citações



Fonte: Autores

#### 4.1.3 Reavaliação

Após a avaliação dos dados quantitativos do portfólio encontrado, optou-se por reavaliar os artigos que possuíam citação (15) e dessa forma selecionar o portfólio que será utilizado para análise de conteúdo, nessa etapa foi realizada novamente uma leitura dos artigos, porém não só dos resumos, mas de todo o conteúdo das publicações avaliando a coerência do estudo sob a ótica do objetivo apontado na pesquisa, criando assim o segundo critério de exclusão. Após essa etapa o portfólio final para análise de conteúdo foi selecionado, resultando em 8 artigos. O resultado dessa etapa pode ser observado no Gráfico 4:

Gráfico 4 – Reavaliação



Fonte: Autores

O Gráfico 5 ilustrado abaixo resume o comportamento da quantidade de artigos após passarem pelos filtros:

Gráfico 5 – Quantidade de artigos por etapa



Fonte: Autores

## 4.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO

Nesta etapa foram analisados os dados qualitativos do portfólio. Laurence Bardin, um autor amplamente reconhecido por suas contribuições à metodologia de análise de conteúdo, em seu livro "Análise de Conteúdo," fornece orientações detalhadas sobre como realizar as análises, que podem ser aplicadas em várias áreas de pesquisa. Seguindo a estrutura de análise de Bardin (2011), os dados expostos, analisados e apresentados a seguir, contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa.

Baseado nos artigos que serão resumidos na análise abaixo, a Tabela 1 faz uma breve síntese do que cada artigo do portfólio final trouxe de informação convergente ao objetivo da pesquisa:

Quadro 1 – Resumo Artigos Portfólio Final

Artigo	Aplicações
Metzner <i>et al.</i> (2016)	Logística e Rastreabilidade Inteligente: Proposta de modelo utilizando IoT, RFID para garantir segurança e qualidade, destacando benefícios na cadeia de suprimentos.
Valente <i>et al.</i> (2017)	Logística e Rastreabilidade Inteligente: Estudo de caso sobre implantação de uma plataforma de IoT, através um sistema de identificação por etiquetas RFID e monitoramento através de sensores de temperatura, umidade, radiação e luminosidade para controlar a produção de mudas de cana.
Vittoi <i>et al.</i> (2019)	Logística e Rastreabilidade Inteligente: RFID na cadeia logística para otimização, interação e troca de informações entre produtos e equipamentos, com benefícios para gestores e consumidores.
Reis <i>et al.</i> (2020)	Monitoramento Industrial: RSL sobre aplicações da IoT na indústria brasileira, enfatizando monitoramento e controle de processos, manutenção, comunicação, e identificação.
Mattos <i>et al.</i> (2020)	Monitoramento Industrial: IoT contribui para monitoramento em tempo real, flexibilidade operacional e velocidade de resposta às demandas do mercado.
Zilber <i>et al.</i> (2022)	Eficiência Energética: IoT aplicada na transformação digital da indústria brasileira, destacando a redução do consumo de energia e sustentabilidade.
Soares <i>et al.</i> (2022)	Eficiência Energética: Proposta de medidor digital para Indústria 4.0, possibilitando controle detalhado do consumo de energia elétrica, com implicações para eficiência energética em ambientes industriais e urbanos.

<p>Neto <i>et al.</i>  (2022)</p>	<p>Eficiência Energética: Solução de gerenciamento online de equipamentos de ar condicionado, com destaque para melhoria da eficiência energética, redução de custos e aumento da satisfação, aplicável em ambientes comerciais.</p>
---	--

Fonte: Autores

Conforme citado no referencial teórico, no Brasil, para classificar as cidades como inteligentes, foi desenvolvido o *Ranking Connected Smart Cities* de medição e classificação de cidades inteligentes (URBAN SYSTEMS, 2015). O *ranking* possui 11 eixos e 74 indicadores subdivididos entre os eixos. Dessa forma, nessa fase buscou-se relacionar as aplicações de IoT expostas acima alocando-as em eixos do *Ranking*, haja vista que este é um dos parâmetros utilizados pela empresa para classificar uma cidade como inteligente. Obteve-se o seguinte resultado:

### **Eixo: Energia**

O eixo de Energia, avalia a eficiência e sustentabilidade no uso dos recursos energéticos nas cidades.

#### **Aplicação: Utilização Eficiente de Energia**

Soares (2022) *et al.* Apresentam uma proposta de sistema medidor de energia elétrica digital monofásico para a Indústria 4.0 e eficiência energética. Os autores destacam que os medidores de energia elétrica das concessionárias de energia não são eficientes para usuários que desejam definir um perfil de consumo detalhado e efetuar um monitoramento mais detalhado de seu consumo de energia elétrica. O sistema proposto seria capaz de informar através da aplicação de IoT, quanto um equipamento ou um circuito está consumindo, em dias e horários, permitindo um melhor controle do consumo de energia elétrica.

Neto (2022) *et al.* Apresentam uma proposta de sistema de gerenciamento online de equipamentos de ar condicionado em prédios comerciais, utilizando a tecnologia IoT. A solução proposta permite monitorar e acionar os equipamentos de forma remota e automatizada, trazendo mais flexibilidade e agilidade para a gestão. Além disso, o artigo apresenta a metodologia de pesquisa *Design Science Research* e os estudos preliminares realizados. A utilização dessa tecnologia pode trazer benefícios como a melhoria da eficiência energética, redução de custos e aumento da satisfação dos usuários.

Zilber (2022) *et al.* Apresentam um estudo sobre a contribuição da Engenharia de Produção para a Transformação Digital da Indústria Brasileira, com foco na sustentabilidade e na redução do consumo de energia. Através de uma revisão sistemática de literatura, foi possível identificar a importância do uso de ferramentas de IoT para monitoramento e gerenciamento de processos, visando a produção mais limpa e sustentável. Um exemplo citado é a implantação de um sistema de gerenciamento do ar comprimido em uma fábrica de escovas de dentes e creme dental, que resultou em redução de consumo de energia elétrica e emissão de CO<sub>2</sub>. O coração do sistema de monitoramento do consumo utilizado foi um sensor inteligente que monitora em tempo real o consumo do ar comprimido, através de um dispositivo composto por um sensor de vazão calorimétrico capaz de coletar os dados

de consumo como por exemplo: pressão, vazão, velocidade, temperatura e volume aplicados nas entradas de ar dos maquinários. Embora o artigo não trate especificamente de cidades inteligentes, é possível identificar algumas aplicações de IoT que podem ser relevantes nesse contexto, como o uso de sensores inteligentes e softwares de gerenciamento para análise do consumo de energia e otimização de processos.

### **Eixo: Tecnologia e Inovação**

O eixo Tecnologia e Inovação, concentra-se na capacidade da cidade de adotar novas tecnologias e práticas inovadoras. As aplicações de IoT apresentadas aqui, destacam como a tecnologia pode aprimorar a eficiência, segurança e inovação.

#### **Aplicação: Logística e Rastreabilidade Inteligentes**

Vittoi (2019) *et al.* Analisam sobre a implementação de identificadores RFID na cadeia logística para otimizar as operações logísticas. Através da aplicação dos conceitos de Internet das Coisas e de Sistemas Ciber-Físicos, é possível proporcionar uma maior interação e troca de informações entre produtos e equipamentos por meio de identificadores individuais. Com a adoção de identificadores RFID, é possível rastrear e monitorar o produto desde o produtor até o usuário final e posteriormente seu descarte. Isso permite que os gestores de estabelecimentos monitorem a quantidade de produtos armazenados, a temperatura no local e o prazo de validade de cada medicamento, por exemplo, para tomar decisões mais informadas e garantir a segurança e qualidade dos produtos. Além disso, a implementação de identificadores RFID pode aumentar a eficiência dos processos envolvidos dentro da indústria, como a fabricação, logística e manutenção, o que pode levar a uma redução de custos e a um aumento da produtividade.

Metzner (2016) *et al.* Propõe um modelo de rastreabilidade de medicamentos de alto valor agregado, utilizando tecnologias como RFID e Internet das Coisas. O modelo considera todo o ciclo de vida do produto, desde a Unidade Produtiva até o Descarte, fornecendo informações em tempo real e garantindo a segurança e qualidade dos produtos. Com isso, é possível mitigar a ocorrência de falhas durante a cadeia de suprimentos, melhorar a gestão de inventário e aproximar a indústria do consumidor final. Além disso, a proposta permite uma maior segurança no transporte desses produtos, garantindo que as informações não se percam ao longo do processo e favorecendo uma rápida tomada de decisões no caso da ocorrência de anomalias.

Valente (2017) *et al.* Realizaram um estudo de caso em uma usina de cana de açúcar. Através da implantação de uma plataforma de IoT, foi possível utilizar um sistema de identificação por etiquetas RFID e monitoramento através de sensores de temperatura, umidade, radiação e luminosidade para controlar a produção de mudas de cana. Os resultados mostram que a aplicação da IoT pode trazer benefícios significativos para a indústria, como aumento da eficiência e otimização de processos. Além disso, destaca-se que as tecnologias e conceitos apresentados podem ser aplicados em outros segmentos produtivos, como a indústria metalúrgica e de plásticos. Com base nesses resultados, é possível relacionar a aplicação da IoT com o desenvolvimento de cidades inteligentes, explorando oportunidades de aplicação em áreas como transporte, segurança e gestão de recursos.

### **Eixo: Economia**

No eixo Economia, o foco está no desenvolvimento econômico e na competitividade. As aplicações de IoT discutidas nesta seção mostram como a tecnologia pode impulsionar a indústria brasileira, melhorando o monitoramento, controle de processos, manutenção e integração de sistemas.

#### **Aplicação: Monitoramento Industrial**

Reis (2020) *et al.* Através de uma RSL abordam sobre as aplicações da IoT na indústria brasileira nos últimos cinco anos. Foram identificados 20 artigos que tratam sobre aplicações da IoT, sendo que as principais são para monitoramento e controle de processos, manutenção e diagnóstico de falhas, comunicação e integração entre sistemas e identificação e rastreamento. O estudo conclui que a IoT tem grande potencial de crescimento nas indústrias brasileiras e sua aplicação já se tornou um diferencial competitivo, mas ainda tem pouca representatividade, e além disso sua aplicação ainda se encontra focada somente em alguns setores, não explorando, portanto, sua efetiva capacidade de transformação. Quanto à relação com cidades inteligentes, o texto menciona que a IoT tem sido amplamente utilizada em áreas como o meio urbano, contribuindo para a criação de cidades inteligentes e sustentáveis.

Mattos (2020) *et al.* Apresentam a implementação da Internet das Coisas (IoT) em uma empresa do segmento de tecnologia, com o objetivo de avaliar como essa tecnologia pode contribuir para a prática de manufatura ágil. A metodologia adotada foi qualitativa, com entrevistas semiestruturadas com os gestores da empresa e análise de documentos relacionados ao projeto de transformação digital do processo de qualidade. Os resultados indicam que a IoT viabilizou um monitoramento em tempo real, oferecendo suporte às operações e visibilidade, permitindo maior flexibilidade e velocidade de resposta às solicitações do mercado e consumidor. Embora o estudo não aborde diretamente a relação entre IoT e cidades inteligentes, é possível inferir que a tecnologia pode ser aplicada em diversas áreas, como monitoramento de tráfego, gestão de resíduos, iluminação pública, entre outras, contribuindo para a criação de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

As aplicações de IoT apresentadas acima oferecem uma base sólida para integrar tecnologias inovadoras no contexto de cidades inteligentes. Inicialmente, ao considerarmos o eixo de Energia, as propostas de Utilização Eficiente de Energia e o Gerenciamento Online de Equipamentos de Ar Condicionado destacam-se como contribuições essenciais para o monitoramento e controle do consumo energético. Essas soluções não apenas promovem a eficiência energética em setores industriais, mas também são capazes de oferecer *insights* valiosos para a gestão de recursos urbanos, permitindo uma abordagem mais sustentável no fornecimento de energia para as cidades.

Ao considerarmos o eixo de Tecnologia e Inovação, as aplicações voltadas para Logística e Rastreabilidade Inteligentes, utilizando identificadores RFID, demonstram como a conectividade entre produtos e equipamentos pode ser estendida para otimizar operações urbanas. O rastreamento e monitoramento desde a produção até o consumo final não apenas beneficiam as cadeias de abastecimento industriais, mas também oferecem oportunidades para melhorar a gestão de inventário, monitoramento de tráfego e segurança urbana.

No eixo da Economia, as aplicações focadas em Monitoramento Industrial têm implicações diretas no desenvolvimento econômico das cidades. Ao destacar a importância da IoT na indústria brasileira, podemos relacionar essas soluções ao potencial de aprimorar processos urbanos, como o gerenciamento de resíduos, manutenção de infraestrutura e integração de sistemas urbanos.

Diante dos resultados obtidos, evidencia-se a ampla aplicabilidade da Internet das Coisas (IoT) em diversos setores, oferecendo contribuições significativas para o avanço de cidades mais inteligentes. A articulação dos estudos com os eixos do *Ranking Connected Smart Cities* evidencia a versatilidade da IoT, demonstrando sua influência nos setores econômico, tecnológico, de transporte, logística e energia. Assim, os resultados corroboram diretamente com os objetivos da pesquisa, delineando um panorama abrangente das aplicações da IoT e sua relação com o desenvolvimento de cidades inteligentes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado proporcionou resultados altamente relevantes no que diz respeito aos objetivos estabelecidos. Através do emprego da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foi possível selecionar artigos diretamente relacionados aos propósitos da pesquisa, o que resultou na formação de um portfólio consistente com oito artigos, todos convergentes com o escopo do estudo.

Para alcançar os resultados da metodologia, uma pesquisa inicial foi conduzida com base em quatro palavras-chaves: "Cidade Inteligente", "Internet das Coisas", "Área Urbana" e "Revisão Sistemática de Literatura." O resultado dessa pesquisa realizada no ENEGEP, inicialmente produziu uma lista de 167 títulos de artigos que foram submetidos a uma análise quantitativa e qualitativa. Esse dado é indicativo de que o tema abordado ainda carece de maior discussão e interesse entre acadêmicos e profissionais da área de engenharia de produção, fato este também referenciado na introdução dessa pesquisa através de uma citação de outro autor.

A leitura aprofundada dos artigos permitiu uma compreensão clara do papel crucial que a IoT desempenha na transformação digital. Essa tecnologia proporciona uma integração mais eficaz de dispositivos, sensores e redes de comunicação em ambientes urbanos e fabris, o que, por sua vez, possibilita a coleta de dados em tempo real de diversas fontes, incluindo dispositivos interconectados, sensores de tráfego e sistemas de iluminação pública. Esses dados são essenciais para uma gestão urbana mais eficiente, fator crucial para a concepção de uma cidade inteligente.

Além disso, à medida que a IoT continua a se integrar nas operações urbanas, há um potencial significativo para inovações adicionais. A coleta e análise de dados em larga escala podem ajudar as autoridades a tomar decisões baseadas em evidências, levando a uma alocação mais eficaz de recursos e a soluções proativas para problemas urbanos.

A IoT não tem o poder apenas de aprimorar a eficiência urbana, mas também aumenta a competitividade das indústrias brasileiras no cenário global. Com a pesquisa apresentada, fica claro que o investimento em soluções baseadas em IoT é uma estratégia inteligente e perspicaz para garantir um futuro mais promissor para as

idades. Portanto, é vital que as partes interessadas, incluindo governos, empresas e instituições acadêmicas, colaborem para acelerar essa transformação e colher os inúmeros benefícios que ela promete.

Apesar de obter um resultado satisfatório no que tange aos objetivos propostos, infere-se que a baixa quantidade de artigos identificados revela uma lacuna perceptível no interesse acadêmico e profissional sobre a interseção de IoT e Cidades inteligentes. Apesar dessa escassez, a pesquisa destaca a importância de continuar explorando e investindo nessa área. A falta de estudos dedicados ressalta a necessidade urgente de expandir o diálogo sobre a aplicação de IoT em cidades inteligentes, uma vez que as soluções propostas não apenas endereçam desafios específicos, mas também delineiam um caminho promissor para a modernização e eficiência das cidades.

Considerando a análise de conteúdo dos resultados da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foi possível identificar algumas lacunas e direções para pesquisas futuras. Abaixo estão sugestões de análise de agendas de pesquisas futuras, organizadas de acordo com os eixos do *ranking*:

**Economia:** Ampliar a compreensão sobre como a IoT pode contribuir para práticas de manufatura ágil.

**Energia:** Ampliar pesquisas sobre a aplicação da IoT para otimizar o consumo de energia em ambientes industriais, comerciais e residenciais.

**Tecnologia e Inovação:** Avaliar o impacto da implementação de identificadores RFID e IoT na cadeia logística.

Essas sugestões buscam preencher lacunas identificadas na literatura, promovendo uma expansão do conhecimento sobre as aplicações da IoT em cidades inteligentes. Além disso, é importante conduzir estudos que envolvam abordagens qualitativas e quantitativas para fornecer *insights* mais abrangentes sobre inovação e eficiência no contexto de cidades inteligentes.

## REFERÊNCIAS

- ASHTON, K. **That internet of things**. In: RFID Journal, 22, p. 97-114, 2009. Disponível em: <<https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acesso em: 05 out. 2023.
- BUYA, R.; DASTJERDI, A. V. **Internet of Things: Principles and Paradigms**. 1. ed. Cambridge – Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2016.
- CARRION, P.; QUARESMA, M. **Internet das Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais**. Human Factors in Design, v. 8, n. 15, p. 49–66, 22 mar. 2019.
- CONNECTED SMART CITIES. **Ranking connected smart cities anuncia as cidades mais inteligentes do brasil**. Disponível em: <<https://portal.connectedsmartcities.com.br/2023/09/04/ranking-connected-smart-cities-anuncia-as-cidades-mais-inteligentes-do-brasil-de-2023/>> Acesso em: 21 set. 2023
- CHOURABI, H. et al. **Understanding smart cities: An integrative framework**. In: Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS), pp. 2289-2297. IEEE, January 2012.
- DIAS, R. **Internet das Coisas Sem Mistérios: Uma nova inteligência para os negócios**. São Paulo: Netpress Books, 2016. 106 p. Capítulo 2, p. 43.
- EVANS, D. **The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything**. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011.
- GODOI, M. G.; ARAÚJO, L. S. **A Internet das Coisas: evolução, impactos e benefícios**. Revista Interface Tecnológica, p.19-30, mai. 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/538>> Acesso em: 25 set. 2023.
- HAUBENSAK, O. **Smart cities and Internet of Things..** Recife: UFPE, fev. 2014. p. 45-62.
- SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and metasyntheses. Annual Review of Psychology, v. 70, n. 1, p. 747–770, 2019.
- KOMNINOS, N. **Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces**. Recife: UFPE, fev. 2014. p. 73-89.
- MATTOS et al. **O papel da Internet das Coisas (IoT) nas práticas de manufatura ágil: uma análise da interação do modelo conceitual de manufatura ágil com as categorias de aplicativos da IoT**. In: XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2020, Foz do Iguaçu, Paraná. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_347\\_1786\\_39889.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_347_1786_39889.pdf)> Acesso em: Acesso em 24 out. 2023

METZNER et al. **Modelo de Rastreabilidade de Medicamentos Usando RFID e o Conceito de Internet das Coisas**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016, Fortaleza, CE. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_206\\_222\\_27374.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_27374.pdf)> Acesso em 01 out. 2023

NEIROTTI et al **Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275113001935?via%3Dihub>> Acesso em 05 set. 2023

NETO et al. **Gerenciamento de Equipamentos em Prédios Comerciais: Uma Abordagem Baseada em IoT**. In: XLIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2022, Fortaleza, Ceará. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_403\\_1983\\_45940.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_403_1983_45940.pdf)> Acesso em: Acesso em 23 set. 2023

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Estatísticas da Organização das Nações Unidas (ONU)**. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>> Acesso em: 08 ago. 2023.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Iluminação Pública 2021**. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/iluminacao\\_publica/index.php?p=309866](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/iluminacao_publica/index.php?p=309866)> Acesso em: 05 ago. 2023.

REIS et al. **Aplicações da Internet das Coisas na Indústria Brasileira: Uma Revisão Sistemática**. In: XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2020, Foz do Iguaçu, Paraná. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_347\\_1785\\_40893.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_347_1785_40893.pdf)> Acesso em: 17 set. 2023.

SHIN, Dong-Hee. **A realization of pervasive computing: Ubiquitous city**. In: Proceedings of PICMET'10: Technology Management for Global Economic Growth. IEEE, 2010. p. 1-10.

SOARES et al. **Indústria 4.0 e Eficiência Energética: Proposta de Sistema Medidor de Energia Elétrica Digital Monofásico**. In: XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2022, Foz do Iguaçu, PR. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_386\\_1914\\_43052.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_386_1914_43052.pdf). Acesso em: 15 set. 2023.

SU, K.; LI, J.; FU, H. **Smarty City and the Applications**. In: Proceedings of 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC), pp. 1028-1031, 2011.

TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR (ITU-T): **Overview of the Internet of Things**. Disponível em: <<http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11559>> Acesso em: 20 out. 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **SmartSantander: A smart city initiative in the city of**

**Santander.** Disponível em: <<http://www.smartsantander.eu/>>. Acesso em: 01 out. 2023

URBAN SYSTEMS. **Ranking Connected Smart Cities.** Disponível em: <<https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>> Acesso em: 14 ago. 2023.

VALENTE et al. **Internet das coisas na manufatura avançada: caso da produção de mudas de cana de açúcar.** In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2017, Joinville, Santa Catarina. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_238\\_379\\_32741.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_379_32741.pdf)> Acesso em: 01 out. 2023.

VITOI et al. **Análise de Implementação de IoT na Cadeia Logística.** In: XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019, Santos, São Paulo. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_291\\_1642\\_38153.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_291_1642_38153.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2023.

ZILBER et al. **Uso de ferramentas de IoT para monitoramento e redução de consumo de energia numa perspectiva de sustentabilidade.** In: XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2022, Foz do Iguaçu, PR. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TCE\\_382\\_1886\\_43249.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TCE_382_1886_43249.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2023.