



30^º CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO



25 a 29 de novembro 2024

Bibliotecas Fortes:
Sociedade Democrática Recife, PE



Eixo 6 - O mundo digital: apropriação e desafios

Modalidade: Resumo expandido

Cenário internacional e nacional da aplicação de internet das coisas (IoT) em bibliotecas

International and national scenario of the Internet of Things (IoT) application in Libraries

Vilma Machado – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Egon Walter Wildauer – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Paula Carina de Araújo – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Resumo: Este estudo qualitativo, exploratório e bibliográfico visa levantar boas práticas e estudos sobre a aplicação da Internet das Coisas em bibliotecas, analisando cenários internacionais e nacionais. Internacionalmente, a pesquisa destaca avanços significativos na gestão de acervos, conservação, segurança e eficiência operacional, com exemplos como RFID e sistemas de monitoramento. No Brasil, a IoT em bibliotecas está em estágio inicial, com poucos estudos e implementações práticas, realizados frequentemente pelos mesmos autores. O estudo aponta a necessidade de ampliar as investigações e promover a colaboração interdisciplinar para modernizar as bibliotecas brasileiras com tecnologias emergentes.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Bibliotecas. Boas práticas.

Abstract: This qualitative, exploratory and bibliographic study aims to survey good practices and studies on the application of the Internet of Things (IoT) in libraries, analyzing international and national scenarios. Internationally, the research highlights significant advances in collections management, conservation, security and operational efficiency, with examples such as RFID and monitoring systems. In Brazil, IoT in libraries is at an early stage, with few studies and practical implementations, often carried out by the same authors. The study highlights the need to expand investigations and promote interdisciplinary collaboration to modernize Brazilian libraries with emerging technologies.

Keywords: Internet of Things. Libraries. Good habits.

1 INTRODUÇÃO

A revolução digital é um grande avanço cultural e tecnológico que terá um efeito duradouro na sociedade e este progresso está se acelerando, e surgem continuamente inovações que impactam o mundo das bibliotecas; neste sentido a Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*), impulsionada por avanços de outras tecnologias, é a mais notável desses avanços devido ao seu rápido crescimento (Morrielo, 2019).

Sensores, eletrodomésticos, plataformas de comunicação sem fio e muitos outros dispositivos são conectados à IoT. Isso permite que esses dispositivos interajam e trabalhem juntos para atingir metas específicas na entrega e oferta de atividades e serviços (Li; Xu; Zhao, 2014; Liang, 2018).

Bayani; Vilchez (2017) enfatizam que a IoT constrói infraestruturas inteligentes conectando dispositivos distintos e identificáveis por meio da Internet; como resultado, tem sido empregado em uma variedade de setores, incluindo cidades inteligentes, negócios *online* inteligentes, consumo eficiente de energia, monitoramento ambiental, segurança, gestão de emergências, transporte, automação industrial, sistemas educacionais e bibliotecas inteligentes.

Liang e Chen (2020) destacam que as aplicações da IoT agora se estendem além das indústrias, alcançando o setor educacional, onde campus inteligentes baseados em IoT estão sendo ativamente implementados por instituições de ensino superior. Essas iniciativas visam integrar e compartilhar recursos digitais em várias áreas, como gestão de bibliotecas, identificação de pessoal, carteiras de identidade do campus, administração de alunos, monitoramento do ambiente de ensino nas salas de aula e gerenciamento de equipamentos educacionais. Wójcik (2016) também constatou que a IoT é utilizada no setor comercial e previu seu potencial para ser aplicada em serviços de biblioteca.

Com o rápido crescimento tecnológico, Tarique e Priya (2017) afirmam que hoje em dia, as bibliotecas enfrentam desafios significativos na gestão de um vasto acervo de registros de livros, na busca rápida por títulos específicos, na emissão de livros e no controle de devoluções atrasadas. Corrobora Thanuskodi (2012) quando enfatiza que com o avanço das tecnologias, as bibliotecas estão contando mais com as tecnologias de

informação e comunicação (TIC) e a internet para cumprir seu papel, mudando a forma como as pessoas obtêm informações.

Nesse sentido, Du e Liu (2014) complementam que a IoT trará uma série de mudanças profundas para as bibliotecas, particularmente transformando as bibliotecas tradicionais em bibliotecas inteligentes ou bibliotecas digitais.

As bibliotecas digitais modernas focam na integração de recursos de informação distribuídos com serviços de apoio que facilitam a localização, recuperação e organização de conteúdo digital (Mischo, 2001). Assim, a IoT permite a automação extensiva de tarefas rotineiras, simplificando o trabalho dos bibliotecários (Liang; Chen, 2020).

Nesse quadro, com as tecnologias de IoT, as bibliotecas se tornam mais inteligentes, utilizando redes de sensores e atuadores conectados à internet para oferecer uma ampla gama de serviços de alta qualidade tanto para usuários quanto para bibliotecários (Antevski; Redondi; Pitic, 2016).

As bibliotecas inteligentes, alavancadas pelas tecnologias de IoT, têm se destacado em diferentes partes do mundo, demonstrando um impacto significativo na eficiência dos serviços e na satisfação dos usuários. A implementação de redes de sensores conectados à internet tem sido adotada globalmente, criando novos paradigmas para o gerenciamento de coleções, segurança, acessibilidade e personalização de serviços.

Apresenta-se, portanto, como pergunta de pesquisa: Quais são as boas práticas e estudos sobre internet das coisas em bibliotecas no cenário internacional e nacional? Para responder a essa pergunta, aponta-se como objetivo geral identificar boas práticas e estudos sobre internet das coisas em bibliotecas no cenário internacional e nacional, a partir da literatura científica indexada na base de dados *Web of Science* e *Google Acadêmico*.

Do ponto de vista da estrutura deste trabalho, após esta introdução, a seção dois aborda a metodologia da pesquisa. Na seção três será explorado o cenário internacional dessas inovações, destacando casos de adoção de IoT em bibliotecas em diversos países. Na seção quatro serão apresentados estudos sobre a IoT no cenário brasileiro e, por último, a seção cinco apresenta as considerações finais, seguidas pelas referências.

2 METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como qualitativo, exploratório, bibliográfico e de levantamento.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na Base de Dados *Web Of Science* para localizar documentos na literatura internacional com a aplicabilidade ou estudos sobre IoT em Bibliotecas. Utilizou-se os termos "*internet of things*" e Library no buscador em "Topic", com a estratégia de busca ("*internet of things*" AND librar*). Foram recuperados 762 documentos. Desses documentos foram selecionados 17 documentos que apresentavam boas práticas de IoT em bibliotecas e auxiliam no alcance do objetivo da pesquisa.

Para boas práticas e literatura nacional foram levantados no *Google Acadêmico* os trabalhos já publicados com a estratégia de busca "internet das coisas" AND "Bibliotecas" AND Brasil. Foram recuperados 6.480 documentos, os quais, 12 trabalhos foram selecionados e que fizeram parte do referencial teórico desse estudo.

3 CENÁRIO INTERNACIONAL DA INTERNET DAS COISAS APLICADA A BIBLIOTECAS

A IoT tem se consolidado como uma das principais tendências tecnológicas globais, transformando diversos setores e trazendo novas possibilidades para a gestão de espaços e serviços. No contexto das bibliotecas, essa revolução tecnológica tem sido abraçada por instituições ao redor do mundo, cada uma adaptando as soluções de IoT às suas necessidades específicas e contextos culturais e sociais (Morrielo, 2019).

Esta seção irá examinar como diferentes países estão implementando tecnologias de IoT em suas bibliotecas, apresentando as práticas adotadas, os benefícios alcançados e os desafios enfrentados.

Markakis, Samara, Policarpou e Sahalo (2013) desenvolveram um projeto inovador para uma biblioteca universitária na Grécia. Eles sugeriram substituir o sistema de código de barras com um sistema de gerenciamento de acervo baseado em Radio Frequency Identification (RFID). O objetivo principal deste projeto era aumentar a legibilidade das etiquetas para que os itens fossem mais fáceis de encontrar nas estantes. O sistema RFID demonstrou que a instalação de antenas nas prateleiras melhorou a organização e recuperação de materiais, tornando a gestão do acervo mais eficiente e

melhorando a experiência dos usuários da biblioteca, além de proteger seus usuários de fatores ambientais do campo elétrico da antena.

Polycarpou, Samara e Sahalos (2014) também apresentaram uma proposta para uma biblioteca universitária na Grécia que usaria a tecnologia RFID para substituir o sistema de código de barras existente. Este sistema foi desenvolvido para aumentar a eficiência e reduzir os custos de mão de obra, mantendo um gerenciamento de estoque de materiais eficaz. O monitoramento do inventário, a identificação de itens perdidos e a localização de livros nas prateleiras, bem como medidas de segurança para evitar furtos e a instalação de balcões de autoatendimento para facilitar a retirada e devolução de itens são algumas das funcionalidades. O projeto se revelou um grande desafio e projetos adicionais serão considerados ao curso da implantação.

Seguindo a mesma linha da tecnologia RFID, Li, Xu e Zhao (2014) destacou, na China, o desenvolvimento e implantação de um Sistema de Gerenciamento Automático para uma biblioteca universitária, também utilizando a tecnologia RFID. Este sistema foi projetado para aprimorar o processo de empréstimo e devolução de livros, proporcionando um inventário inteligente e uma consulta eficiente. Além disso, a tecnologia ofereceu medidas de segurança para proteger o acervo.

Um estudo de caso realizado em Portugal no prédio da biblioteca do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) se concentrou no uso de emissores de luz (LED) de última geração para melhorar a eficiência energética da iluminação pública e renovar os sistemas de energia elétrica. O projeto não apenas trouxe novos métodos de controle e gestão de energia, mas também incentivou o uso de fontes renováveis para fornecer energia, principalmente para iluminar a biblioteca interna. A base do estudo foi a coleta de amostras de consumo de energia durante várias semanas. Isso permitiu uma análise detalhada dos padrões de consumo e desagregação. Além disso, foram desenvolvidos sistemas de produção de energia renovável, como energia solar e biomassa, que foram conectados ao sistema por meio da Internet das Coisas. Essa abordagem melhorou a infraestrutura da biblioteca e melhorou a eficiência energética do campus e a preservação ambiental (Galvão; Moreira; Ascenso; Leitão, 2015).

Wójcik (2016) destaca que a IoT tem um grande potencial para mudar a gestão e os serviços das bibliotecas na Cracóvia, Polônia. A aplicação IoT pode mudar o acesso às coleções tradicionais e online, permitindo aos usuários encontrar objetos físicos e

navegar pelos recursos virtuais disponíveis na biblioteca. Além disso, a IoT pode ser usada para criar estratégias de marketing que promovam os serviços da biblioteca de forma mais eficaz, bem como para fornecer serviços de consultoria e treinamento personalizados. A tecnologia melhoraria a experiência dos usuários e aumentaria as capacidades das bibliotecas para promoção de novos serviços. A pesquisa mostrou que a IoT pode ser usada em serviços de bibliotecas, assim como acontece no setor comercial.

Grossmann, Illig e Matejka (2017) criaram o "protótipo Montreal" na Alemanha, com uma estrutura de monitoramento para temperatura e umidade na biblioteca da Universidade de Bamberg. O sistema consiste em sensores espalhados por todo o prédio que coletam e processam dados sobre as condições internas de forma a controlar a comunicação entre os sensores, processar os dados coletados e enviar esses dados para um sistema de mensagens. Assim, é possível realizar um monitoramento contínuo e eficaz das condições ambientais para garantir a preservação adequada do acervo da biblioteca. O protocolo está em funcionamento, no entanto promete ser otimizado.

A China também está usando IoT para proteger as bibliotecas, com um protocolo de evacuação inteligente em situações de emergência. Essa estrutura fundamental era composta por cinco componentes principais, de acordo com Xie, Liu, Fu e Liang (2019, p. 145, tradução nossa): "a base de informações, a base de protocolos, os sensores IoT, o sistema de fusão de informações e o sistema inteligente de geração de protocolos de evacuação". Este sistema protege os usuários e o acervo integrando dados de várias fontes para fornecer respostas rápidas e eficazes em caso de emergência. A fusão de informações e a criação de protocolos permitem uma resposta coordenada e eficiente, enquanto o uso de sensores IoT permite o monitoramento contínuo do ambiente. O protocolo demonstrou sua viabilidade prática, evidenciando que a tecnologia IoT pode ser eficazmente aplicada na gestão de segurança em bibliotecas. Através da implementação de sensores e sistemas inteligentes, é possível monitorar continuamente o ambiente, detectar anomalias e responder rapidamente a situações de emergência.

Na China, uma proposta inovadora de iluminação inteligente para bibliotecas foi desenvolvida com o objetivo de reduzir o consumo de energia. Utilizando redes de sensores sem fio (WSN) e sensores de movimento, este sistema otimiza o uso de energia ao ajustar automaticamente a iluminação de acordo com a presença de pessoas no

ambiente. Quando os sensores detectam movimento, a iluminação é ajustada para fornecer luz adequada, enquanto em áreas desocupadas, as luzes são diminuídas ou desligadas, resultando em um uso mais eficiente da energia. O sistema não apenas melhorou a sustentabilidade da biblioteca, mas também contribuiu para a redução dos custos operacionais (Gul; Bano, 2019).

Daniel, Ramsurrun e Seeam (2019) realizaram um estudo em Londres que utilizou um protótipo inovador para resolver os problemas de gerenciamento de assentos em bibliotecas. A tecnologia de identificação por RFID e sensores de pressão são usados neste sistema para monitorar e transmitir o status de uso dos assentos em tempo real. A tecnologia de IoT, combinada com hardware sofisticado e uma aplicação web, permite que estudantes e bibliotecários verifiquem os ocupantes dos assentos remotamente por meio da Internet. O método não apenas evitou reservas indevidas de assentos, mas também economizou tempo na busca por assentos disponíveis, evitando que os alunos se comuniquem por telefone quando procuram por colegas na biblioteca.

Um projeto inovador no Japão usa etiquetas RFID passivas para rastrear atividades de leitura. Ao coletar e analisar os dados do perfil de fase das etiquetas usando esta técnica, é possível rastrear a trajetória dos leitores. Essa tecnologia permite identificar quais livros os usuários retiraram e se algum livro foi extraviado. O método se mostrou eficaz para monitorar o uso dos recursos da biblioteca, melhorando a gestão do acervo e ajudando a prevenir a perda de materiais (Du; Lim; Tan, 2019).

Um novo serviço de biblioteca inteligente foi introduzido na China para melhorar o atendimento de acordo com o comportamento dos usuários. O estudo de Chen e Shen (2019) examinou métodos para melhorar a qualidade do serviço na biblioteca com o objetivo de aumentar a aceitação dos usuários e garantir que eles maximizem as vantagens da nova modalidade de serviço. O objetivo é garantir que a implementação da biblioteca inteligente atenda às expectativas dos usuários e facilite uma experiência mais eficiente e satisfatória.

Hou, Yang, Chen e Yu (2020) da China ressalta o potencial da tecnologia IoT no gerenciamento de desastres em bibliotecas, destacando sua capacidade de fornecer suporte à comunidade durante situações de emergência. A aplicação da IoT pode melhorar significativamente a resposta a desastres ao oferecer informações críticas e em tempo real, facilitando a coordenação de esforços de evacuação, monitoramento de

condições ambientais e comunicação com os usuários. Os resultados apontaram uma estrutura baseada na previsão do desastre, disponibilidade de recursos e o acesso a transporte.

Por outro lado, Liang e Chen (2020) discutem os vários tipos de serviços que podem ser disponibilizados para melhorar a experiência dos usuários das bibliotecas por meio de IoT. O autoempréstimo e a autodevolução de livros são opções que facilitam a retirada e devolução de materiais através dessa tecnologia. Além disso, o gerenciamento de salas de estudo e o uso de inventários inteligentes tornam os serviços da biblioteca mais eficientes. Os autores apontam que a análise do comportamento dos leitores pode ajudar a melhorar os serviços que são oferecidos, enquanto o controle de energia inteligente ajuda a economizar dinheiro com iluminação. O gerenciamento de empréstimos entre bibliotecas, a automação da devolução de obras, a identificação dos usuários e a localização de livros perdidos são outras inovações de IoT que podem tornar a gestão do acervo e dos serviços de forma mais simples e eficaz. O estudo constatou que das tecnologias de IoT, a radiofrequência é que está sendo mais utilizada. O estudo apontou também que os desafios são referentes aos problemas de segurança e privacidade dos dados, a falta de padrões e a falta de recursos financeiros para investimento em tecnologia, o que impedem que a IoT seja usada de forma rápida em bibliotecas.

Na China, foram propostas estratégias para criar uma agência especializada no compartilhamento de recursos de informação, por meio de um consórcio regional de bibliotecas. A iniciativa buscou fortalecer a capacidade de publicidade e treinamento dos recursos compartilhados entre as bibliotecas participantes. O consórcio, formado por uma aliança de bibliotecas e grupos associados, baseia-se na cooperação voluntária, que se unem com o objetivo comum de construção colaborativa, benefício mútuo e assistência recíproca sobre tecnologias, incluindo IoT (Zhuang, 2021).

Na Nigéria, foi desenvolvido um sistema inteligente de gerenciamento de bibliotecas que integra tecnologias RFID e reconhecimento biométrico, aprimorando a gestão tradicional das bibliotecas. O sistema visa aprimorar o atendimento ao usuário e reduzir o roubo de livros. Ao combinar a identificação por RFID com a tecnologia biométrica, o projeto assegura um controle do acesso e facilita a atualização do acervo. As tecnologias implementadas não apenas otimizaram o gerenciamento da biblioteca,

mas também protegeram eficazmente os recursos da biblioteca, garantindo uma melhor satisfação dos usuários e uma gestão mais segura e eficiente (Okubanjo; Okandeji; Osifeko; Onasore, Olayemi, 2022).

Uma técnica de iluminação inteligente foi projetada na China para redução de consumo baseado em IoT com a utilização de controle de movimento humano, criando um ambiente mais sustentável. Os resultados indicaram que o sistema de controle de economia de energia proposto gerenciava a iluminação de forma eficaz. No entanto, o estudo não abordou os custos e a viabilidade da implementação desse sistema, o que pode representar uma limitação significativa. Apesar disso, o estudo forneceu importantes insights sobre a aplicação da IoT em sistemas de controle de economia de energia, destacando os benefícios potenciais para a implementação em outros edifícios (Shao et al, 2023).

O cenário das bibliotecas em diferentes países que adotaram a tecnologia IoT, demonstra como essas inovações estão moldando o futuro da gestão e dos serviços em bibliotecas. Através de tecnologias inteligentes essas bibliotecas estão melhorando a eficiência, segurança e a experiência do usuário. Ao concluirmos esta seção, passaremos a examinar o cenário das bibliotecas no Brasil que já implementaram soluções baseadas em IoT. Esse próximo foco permitirá uma compreensão das práticas locais, destacando como as tecnologias globais estão sendo adaptadas e integradas ao contexto brasileiro, e quais são os impactos dessas soluções na realidade das bibliotecas no país.

4 CENÁRIO NACIONAL DA INTERNET DAS COISAS APLICADO A BIBLIOTECAS

Com a crescente integração das tecnologias digitais, o Brasil tem começado a adotar soluções baseadas em IoT para modernizar e otimizar os seus serviços no ambiente bibliotecas.

Nesta seção, apresenta-se dentro do cenário brasileiro as bibliotecas que já implementaram tecnologias IoT e como essas inovações têm transformado suas operações e serviços. Este panorama fornecerá uma visão de como o Brasil está avançando na adoção de tecnologias emergentes e quais são os impactos dessas soluções na realidade das bibliotecas nacionais.

Dado o limitado número de publicações específicas sobre a aplicação de IoT em bibliotecas brasileiras, além das boas práticas documentadas apresentaremos estudos de autores nacionais que já exploraram essa temática.

Com objetivo de revisar a literatura existente sobre a IoT e examinar como ela pode ser usada em bibliotecas e unidades de informação, Carvalho e Souza (2015) publicaram uma pesquisa exploratória com artigos publicados em canais formais e informais sobre IoT. Os resultados mostram que, apesar do uso notável de tecnologias como RFID para inventário, etiquetas magnéticas para segurança do acervo detectadas por portões eletrônicos, e o *Google Glass* para gravação de eventos e reconhecimento ótico de caracteres para portadores de deficiência, há poucas publicações específicas sobre IoT em bibliotecas. Concluiu-se que os pesquisadores de biblioteconomia e ciência da informação precisam explorar mais a IoT e suas aplicações em bibliotecas.

Uma dissertação de mestrado foi apresentada por Gonçalves (2016) com objetivo de explorar a utilização de sistemas RFID e redes de sensores para a identificação automática de objetos dentro do contexto da IoT. O objetivo principal do trabalho foi abordar o desafio de localização automática de objetos por meio de medidas de força de sinal, desenvolvendo e avaliando dois algoritmos de localização: VIRE-R e LANDMARC-2. A precisão desses algoritmos foi testada em cenários específicos de bibliotecas, que foram desafiadores para a localização interna baseada em força de sinal. A conclusão do estudo demonstrou que o algoritmo LANDMARC-2 ofereceu um desempenho igual ou superior em comparação com outras soluções existentes, destacando a importância de um posicionamento adequado da infraestrutura de leitores e etiquetas para otimizar a localização de livros. A partir da dissertação Nascimento e Gonçalves (2016) publicaram em um artigo com o tema “Melhorando a Precisão de Localização de Etiquetas RFID em Bibliotecas baseadas na Internet das Coisas”. O desafio é reduzir os erros de localização para melhorar a precisão do posicionamento do acervo etiquetado com RFID. Estudos mostraram que a precisão da localização é significativamente influenciada pela combinação do posicionamento de leitores e etiquetas com algoritmos de localização.

Em 2017, um trabalho de conclusão de curso foi apresentado à Universidade Federal de Sergipe para obtenção do grau de bacharel em Biblioteconomia e Documentação, abordando as possibilidades e perspectivas de implantação da IoT em

bibliotecas universitárias brasileiras. A pesquisa focou na percepção dos bibliotecários quanto ao preparo das bibliotecas universitárias brasileiras para utilizar recursos de IoT, com o objetivo de verificar essa percepção em relação à utilização e implementação da IoT nessas instituições. Os resultados revelaram que o tema é pouco discutido na área de Biblioteconomia e precisa ser mais amplamente debatido, especialmente em bibliotecas universitárias (Souza, 2017).

Souza e Carvalho (2017) divulgaram um estudo com objetivo de apresentar um diagnóstico situacional sobre o conhecimento dos bibliotecários a respeito da IoT no contexto da Biblioteconomia, abordando as ferramentas disponíveis dessa tecnologia e suas aplicações no ambiente bibliotecas. Tratou-se de uma pesquisa exploratória, fundamentada na revisão da literatura publicada sobre o tema em canais formais e informais de comunicação. Os resultados da pesquisa evidenciaram a fragilidade do entendimento sobre IoT na área de Biblioteconomia e Ciência da Informação, destacando o desconhecimento dos bibliotecários quanto às possibilidades inovadoras que a IoT pode oferecer para os serviços das bibliotecas brasileiras.

Objetivando levantar aplicações e dispositivos da IoT na literatura brasileira e estrangeira identificando o potencial da IoT para serviços em bibliotecas, Souza e Carvalho (2018) divulgaram uma pesquisa como forma a identificar qual dispositivo teve maior índice de uso para implantação em bibliotecas universitárias por meio de um levantamento de experiências em bibliotecas brasileiras e estrangeiras com o uso de IoT, verificando especificadamente se o RFID também aparece na literatura estrangeira como o dispositivo mais utilizado, como acontece no Brasil. O estudo concluiu que a IoT ainda está em estágio inicial no contexto das bibliotecas o que requer maior aprofundamento de estudo nessa área no campo da biblioteconomia e Ciência da Informação.

Amaral, Juliani e Bettio (2020) apresentaram uma pesquisa com objetivo de mapear a produção acadêmica sobre a aplicação da IoT em bibliotecas até 2018. Nesse estudo os autores procuraram determinar: se os estudos eram teóricos ou práticos; quais as áreas de pesquisa e países que mais desenvolveram trabalhos nessa área; as aplicações mais comuns de bibliotecas e as tecnologias mais utilizadas usadas; e as iniciativas e práticas bem-sucedidas; o estudo partiu de uma revisão da literatura internacional disponível nas bases de dados Scopus e Web of Science, com foco na área

de bibliotecas. Revelou que o maior número de publicações se concentra na área de Ciência da Computação, indicando a necessidade de colaborações interdisciplinares com a Biblioteconomia e a Ciência da Informação para expandir e enriquecer a pesquisa nesse campo. Os resultados mostram que a pesquisa sobre IoT em bibliotecas ainda é pouca difundida e predominantemente envolve estudos teóricos em vez de experimentos empíricos.

Em 2020, uma pesquisa foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação da Universidade do Estado de Santa Catarina, com o objetivo de obter o grau de mestre, abordando a IoT em bibliotecas e os requisitos para um sistema de monitoramento de ruído. O estudo investigou, por meio da especificação de requisitos, como a aplicação de IoT poderia atender às necessidades dos usuários de uma biblioteca. Os resultados identificaram nove principais aplicações de IoT no ambiente bibliotecário, com potencial para melhorar os serviços oferecidos aos usuários e facilitar o trabalho dos bibliotecários. Entre as soluções baseadas em IoT, a criação de um sistema de monitoramento de ruídos foi destacada como a mais viável para implementação (Amaral, 2020).

Visando discutir a possibilidade de implementar IoT em uma biblioteca universitária, investigando as demandas dos usuários que poderiam ser atendidas por essa tecnologia, Amaral, Juliani e Bettio (2022) apresentaram um estudo de caso na Biblioteca Universitária da Universidade de Lavras baseado na engenharia de requisitos e no *design thinking*. O resultado final foi a idealização de um sistema de monitoramento de ruídos, baseado em IoT, com o objetivo de manter o silêncio nas áreas de estudo e utilizar os dados de ruído para apoiar a gestão da biblioteca.

Amaral (2022) aborda em um estudo a IoT e bibliotecas, tendências e inovações. O trabalho explora como a IoT pode transformar o ambiente das bibliotecas, modernizando os serviços e melhorando a gestão do acervo e do espaço físico. Destaca a necessidade de bibliotecas adotarem essas tecnologias emergentes para aprimorar o atendimento aos usuários e se adaptar às mudanças tecnológicas.

Rossi, Dutra e Macedo (2023) divulgaram um estudo com objetivo de identificar as aplicações IoT que podem ser implementadas no ambiente de uma biblioteca. Como resultado a pesquisa identificou 19 possibilidades de aplicações em bibliotecas, focando tanto nos serviços quanto na melhoria dos ambientes bibliotecários, organizadas por

área e tipo de sensor. Os autores concluíram que as bibliotecas já podem se preparar para essas tendências adotando dispositivos IoT, cuidando da segurança das informações registradas em suas bases de dados, capacitando seus usuários para novos serviços e investindo em aplicações baseadas em IoT.

Após examinar o cenário nacional e identificar os estudos com aplicações da IoT em bibliotecas brasileiras, a próxima seção deste estudo detalhará as considerações finais deste estudo.

5 CONSIDERAIS FINAIS

Este trabalho levantou as boas práticas e estudos de IoT nas bibliotecas, tanto no cenário internacional quanto no cenário brasileiro, destacando as inovações e desafios enfrentados em cada contexto, por meio da pesquisa bibliográfica na produção científica indexada na base de dados *Web of Science* e *Google Acadêmico*.

Globalmente, a IoT tem se revelado uma força transformadora nas bibliotecas, com uma ampla gama de aplicações que aprimoram tanto a experiência do usuário quanto a gestão das coleções. Estudos internacionais mostram que a IoT é utilizada para otimizar o gerenciamento de acervos, com a implementação de tecnologias como RFID para controle de inventário e localização de itens, sistemas de monitoramento ambiental para conservação dos materiais e plataformas inteligentes para a segurança e acesso de pessoas (Markakis; Samara; Policarpou; Sahalos, 2013; Polycarpou; Samara; Sahalos, 2014; Li, Xu e Zhao, 2014b; Daniel; Ramsurrun; Seeam, 2019; Du; Lim; Tan, 2019; Okubanjo; Okandeji; Osifeko; Onasore, Olayemi, 2022; Carvalho; Souza, 2015). Além disso, a aplicação da IoT tem demonstrado avanços na segurança de emergência e no gerenciamento de recursos energéticos, revelando um potencial significativo para melhorar a eficiência operacional e a experiência do usuário nas bibliotecas (Galvão; Moreira; Ascenso; Leitão, 2015, Bayani; Vilchez, 2017; Gul; Bano, 2019; Shao *et al*, 2023).

No Brasil, a aplicação da IoT em bibliotecas ainda está em estágio inicial, com poucos estudos e implementações práticas. As pesquisas realizadas evidenciam uma necessidade crescente de explorar e adaptar as tecnologias de IoT ao contexto brasileiro (Souza; Carvalho, 2017; Souza, 2017; Amaral; Juliani; Bettio, 2020). Projetos de destaque, como a implementação de sistemas de monitoramento de ruídos e a utilização de RFID

para gerenciamento de acervos, indicam que há um campo promissor para o desenvolvimento e a inovação (Amaral; Juliani; Bettio, 2022). No entanto, ainda é necessário aprofundar a discussão sobre o impacto real dessas tecnologias e expandir a adoção para outras áreas das bibliotecas.

Além disso, observa-se que as publicações sobre a temática no cenário brasileiro são frequentemente realizadas pelos mesmos autores, o que pode indicar uma concentração de conhecimento e a necessidade de diversificação e ampliação das pesquisas na área.

O cenário internacional ilustra a versatilidade e o impacto positivo da IoT nas bibliotecas, com exemplos concretos de sucesso e uma clara tendência para a inovação tecnológica. Por outro lado, o contexto brasileiro destaca a importância de avançar na pesquisa e na implementação prática da IoT, reconhecendo as oportunidades e desafios específicos que o país enfrenta.

É fundamental que as bibliotecas brasileiras se mantenham atentas às tendências globais e busquem investir em tecnologias emergentes para melhorar seus serviços e operações. A colaboração entre bibliotecários, pesquisadores e desenvolvedores é essencial para adaptar e implementar soluções de IoT que atendam às necessidades locais e promovam a modernização das bibliotecas no Brasil. Além disso, a diversificação dos pesquisadores e a expansão das investigações sobre IoT no campo da Biblioteconomia e Ciência da Informação são cruciais para enriquecer o debate e fomentar inovações que possam beneficiar um maior número de instituições.

Destaca-se a importância de explorar novas áreas de pesquisa que possam ampliar o entendimento e aplicação desta tecnologia. Futuras pesquisas poderiam focar nas seguintes direções: desenvolvimento de modelos de implementação de IoT em bibliotecas; segurança e privacidade dos dados associados ao uso de IoT em bibliotecas, propondo soluções para proteger os dados dos usuários e o patrimônio da biblioteca; integração com outras tecnologias, como Inteligência Artificial (IA), *Blockchain* e Realidade Aumentada (RA), e suas possíveis aplicações nas bibliotecas e; capacitação e adaptação profissional em IoT em bibliotecas, incluindo a identificação de habilidades necessárias e o desenvolvimento de programas de treinamento específicos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Fernanda Vasconcelos. Internet das coisas e bibliotecas: tendências e inovações. **Ciência da Informação Express**, v. 1, p. 1–3, 2022. Disponível em: <https://cienciadainformacaoexpress.ufla.br/index.php/revista/article/view/43>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- AMARAL, Fernanda Vasconcelos. **Internet das coisas em bibliotecas**: requisitos de um sistema para monitoramento de ruído. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão de Unidades de Informação, Florianópolis, 2020. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/faed/id_cpmenu/4780/Fernanda_Vasconcelos_Amaral_Disserta__o_1606391594729_4780.pdf. Acesso em: 07 jul. 2024.
- AMARAL, Fernanda Vasconcelos; JULIANI, Jordan Paulesky; BETTIO, Raphael Winckler de. Internet das coisas aplicada no ambiente das bibliotecas: uma revisão sistemática da literatura internacional. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, n. 04, p. 80-101, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/PtrCfdyXCdKptS9wJ7pFLyp/?lang=pt>. Acesso em: 08 jul. 2024.
- AMARAL, Fernanda Vasconcelos; JULIANI, Jordan Paulesky; BETTIO, Raphael Winckler de. Internet das Coisas em bibliotecas: proposta de um Sistema para monitoramento de ruído para bibliotecas. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. 458-483, jan./mar. 2022. Doi: 10.19132/1808-5245281.458-483
- ANTEVSKI, K.; REDONDI, A. E. C.; PITIC, R. A hybrid BLE and Wi-Fi localization system for the creation of study groups in smart libraries. IFIP WIRELESS AND MOBILE NETWORKING CONFERENCE (WMNC), 9, 2016. **Proceedings [...]**, 2016. Doi:doi:10.1109/wmnc.2016.7543928
- BAYANI, M.; VILCHEZ, E. Predictable influence of IoT (Internet of Things) in the higher education. **International Journal of Information and Education Technology**, 2017. DOI:10.18178/ijiet.2017.7.12.995
- CARVALHO, Telma de; SOUZA, Thiago Lima. Internet das coisas e sua aplicação em bibliotecas. **Gestão. Org**, v. 13, n. 4, p. 264-270, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7653184>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- CHEN, M.; SHEN, C. The correlation analysis between the service quality of intelligent library and the behavioral intention of users. **The Electronic Library**, v. 38, n. 1, 95–112, 2019. Doi:10.1108/el-07-2019-0163
- DANIEL, O. C.; RAMSURRUN, V.; SEEAM, A. K. Smart library seat, occupant and occupancy information system, using pressure and RFID sensors. CONFERENCE ON NEXT GENERATION COMPUTING APPLICATIONS (NEXTCOMP), 2019. **Proceedings [...]**, 2019. Doi:10.1109/nextcomp.2019.8883610

DU, L.; LIU, T. Study on the development of smart Library under Internet of Things.

Applied Mechanics and Materials, v. 529, p. 716–720, 2014.

Doi:10.4028/www.scientific.net/amm.529.71610.4028/

DU, Y.; LIM, Y.; TAN, Y. Activity Recognition Using RFID Phase Profiling in Smart Library.

IEICE Transactions on Information and Systems, E102, v. 4, p. 768–776, 2019. Doi:

doi:10.1587/transinf.2018dap0010

GALVÃO, João. R.; MOREIRA, Licínio M.; ASCENSO, Rita M. T.; LEITÃO, Sérgio A. Energy Systems Models for Efficiency Towards Smart Cities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AS A TOOL, 16., Salamanca, 2015. **Proceedings [...]**. [New Jersey: IEEE], 2015. p. 653-658. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7313682>.

Acesso em: 24 abr. 2024

GONÇALVES, Paulo André da Silva. **Algoritmos de localização de etiquetas RFID em bibliotecas baseadas na Internet das coisas**. 2016. Mestrado (Ciência da Computação) - Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, 2016. Disponível

em:<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/22418>. Acesso em: 09 jul. 2024.

GROSSMANN, M.; ILLIG, S.; MATEJKA, C. Environmental Monitoring of Libraries with MonTreAL. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORY AND PRACTICE OF DIGITAL LIBRARIES, 21., 2017, Thessaloniki. **Proceedings [...]**. 2017. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, 2017. p. 599-6002. Disponível em:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-67008-9_52 Acesso em: 24 abr. 2019.

GUL, S.; BANO, S. Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21st century. **The Electronic Library**, v. 37, n. 5, p. 764–783, 2019. Doi:10.1108/el-02-2019-0052

HOU, H.; YANG, J.; CHEN, Y.; YU, M. A material delivery system built on Internet of Things and the role of libraries, **Library Hi Tech**, v. 38, n. 1, p. 195-209, 2020. Doi:

<https://doi-org.ez22.periodicos.capes.gov.br/10.1108/LHT-11-2017-0253>

LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243–259, 2014. Doi:10.1007/s10796-014-9492-7

LIANG, X. Internet of Things and its applications in libraries: a literature review. **Library Hi Tech**, [Ann Arbor], 2018. Disponível

em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LHT-01-2018-0014>. Acesso em: 24 abr. 2019.

LIANG, Xueling; CHEN, Yong. Libraries in Internet of Things (IoT) era. **Library Hi Tech**, 2020. Doi: doi:10.1108/lht-11-2017-0233

MARKAKIS, I.; SAMARAS, T.; POLYCARPOU, A. C.; SAHALOS, J. N. An RFID-enabled library management system using low-SAR smart bookshelves. In: INTERNATIONAL

CONFERENCE ON ELECTROMAGNETICS IN ADVANCED APPLICATIONS (ICEAA), 2013. **Proceedings [...]**, 2013. doi:10.1109/iceaa.2013.6632228

MISCHO, W. H. The digital engineering library: current technologies and challenges. **Science & Technology Libraries**, v. 19, n. 3-4, p. 129-145, 2001. Doi: https://doi.org/10.1300/J122v19n03_09

MORRIELLO, Rossana. Blockchain, artificial intelligence and Internet of things in libraries. **Aib Studi**, v. 59, n.1-2, p.45-68, 2019. Doi:10.2426/aibstudi-11927

NASCIMENTO, Rony Joab do; GONÇALVES, Paulo André da Silva. **Melhorando a Precisão de Localização de Etiquetas RFID em Bibliotecas baseadas na Internet das Coisas**. 2016. Disponível em: <https://sbrc2016.ufba.br/downloads/WGRS/ST1-2.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2024.

OKUBANJO, Ayodeji; OKANDEJI, Alexandre; OSIFEKO, Ositola; ONASORE, Ayoola; OLAYEMI, Mufutau. Development of a Hybrid Radio Frequency Identification (RFID) and biometric based library management system. **Gazi University Journal os Science**, v. 35, n. 2, p. 567-584, 2022. Doi:DOI10.35378/guj.s.834087

POLYCARPOU, A. C.; SAMARAS, T.; SAHALOS, J. N. An RFID-Based Library Management System Using Smart Cabinets: A Pilot Project. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION, 8., Hague, 2014. **Proceedings [...]**. [Bruxelles: EurAAP], 2014. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6902447>. Acesso em: 24 abr. 20234.

ROSSI, T.; DUTRA, M. L.; MACEDO, D. D. J. de. Mejora de los servicios y entornos bibliotecarios mediante aplicaciones basadas en Internet de las Cosas: hacia una biblioteca inteligente. **Biblios Journal of Librarianship and Information Science**, v. 85, n. 29-45, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5195/biblios.2022.797>. Acesso em: 05 jul. 2024.

SHAO, Zhilda; LI, Yu; HUANG, Pumião; ABED, Azher M.; ALI, Elimam; ELKAMCHOUCHI, Dalia H.; ABBAS, Mohamed; ZHANG, Guodao. Analysis of the opportunities and costs of energy saving in lightning system of library buildings with the aid of building information modelling and Internet of things. **Fuel**, v. 352, nov, 2023. Doi: DOI10.1016/j.fuel.2023.128918

SOUZA, Thiago Lima. **Internet das coisas (IoT): possibilidades e perspectivas de implantação em bibliotecas universitárias brasileiras**. Monografia (Graduação em Biblioteconomia) - Departamento de Ciência da Informação da Universidade Federal de Sergipe, 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/6719>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SOUZA, Thiago Lima; CARVALHO, Telma de. Dispositivos inteligentes: o uso do RFID em bibliotecas nacionais e internacionais. **ConCI: Convergências em Ciência da Informação**, v. 1, n. 2, p. 115-122, 2018. Disponível em: <https://ufs.emnuvens.com.br/conci/article/view/10232>. Acesso em: 06 jul. 2024.

SOUZA, Thiago Lima; CARVALHO, Telma de. Internet das coisas (IoT) em bibliotecas universitárias brasileiras: diagnóstico situacional. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 13, p. 1136-1147, 2017. Disponível em: <https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/902>. Acesso em: 10 jul. 2024.

TARIQUE, M.; PRIYA, Rani, V. C. Implementation of RFID in library management system based on Internet of Things (IOT). **International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology**, v. 2, n. 3, p. 315-321, 2017. Disponível em: <https://ijsrcseit.com/paper/CSEIT172342.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2024.

THANUSKODI, S. Use of Internet and Electronic Resources among Medical Professionals with Special Reference to Tamil Nadu: a case study. **Journal of Information and Knowledge**, v. 49, n. 3, p. 281–292, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.17821/srels/2012/v49i3/43994>. Acesso em: 08 jul. 2024.

WÓJCIK, M. Internet of Things: potential for libraries. **Library Hi Tech**, v. 34, n. 2, p. 404-420, 2016. Doi: <https://doi-org.ez22.periodicos.capes.gov.br/10.1108/LHT-10-2015-0100>

XIE, K.; LIU, Z.; FU, L.; LIANG, B. Internet of Things-based intelligent evacuation protocol in libraries. **Library Hi Tech**, 2019. Doi:10.1108/lht-11-2017-0250

ZHUANG, Yi. Optimization of the Personalized Service System of University Library Based on Internet of Things Technology. **Wireless Communications & Mobile e Computing**, may, 2021. Doi10.1155/2021/5589505