

ARTIGO ORIGINAL

Revisão sistemática de Internet das Coisas aplicada em restaurantes e bares

A systematic review of the Internet of Things applied in restaurants and bars

Natan José Mai ¹ and Marco Aurélio Spohn ¹

¹Universidade Federal da Fronteira Sul

*natan.mai@hotmail.com; †marco.spohn@uffs.edu.br

Recebido: 01/06/2023. Revisado: 30/10/2023. Aceito: 16/11/2023.

Resumo

Apesar da importância do setor de restaurantes, presente em todos os 5570 municípios brasileiros, observa-se problemas recorrentes. As principais dificuldades são o desperdício alimentar, segurança alimentar, falta de mão de obra qualificada, consumo elevado de energia, gerenciamento de estoque e controle e monitoramento de equipamentos. A utilização de tecnologias para automação de processos, coleta de dados e suporte na tomada de decisões pode possibilitar o desenvolvimento e gerenciamento desses estabelecimentos. Neste trabalho, objetiva-se mapear soluções que utilizem Internet das Coisas na área de restaurantes. Para isso, o método de pesquisa utilizado foi a revisão sistemática de literatura. Os resultados mostram que o setor de hospitalidade compõe uma fatia importante da economia dos países, mas que ainda possui dificuldades em gerenciar questões relevantes como desperdício e segurança alimentar. Por essas e outras necessidades, a aplicação de tecnologias em evolução, como é o caso da Internet das Coisas, pode se tornar uma ferramenta útil para o desenvolvimento de restaurantes.

Palavras-Chave: Bares e restaurantes; Internet das coisas; revisão sistemática.

Abstract

Despite the importance of the restaurant sector, present in all 5570 Brazilian municipalities, there are recurrent problems. The main difficulties are food waste, food safety, lack of skilled labor, high energy consumption, inventory management, and equipment control and monitoring. Using technologies for process automation, data collection, and decision-making support can enable the development and management of these establishments. In this work, the objective is to map solutions that use the Internet of Things in the area of restaurants. For this, the research method used was the systematic literature review. The results show that the hospitality sector is essential to the countries' economy but still needs help managing relevant issues such as waste and food safety. For these and other needs, the application of evolving technologies, such as the Internet of Things, can become a valuable tool for the development of restaurants.

Keywords: Bars and restaurants; Internet of Things; Systematic review.

1 Introdução

Durante suas primeiras décadas de existência, a Internet se caracterizou pela conexão de clientes e servidores exe-

cutando em computadores convencionais/clássicos. Com a miniaturização e barateamento de uma diversidade de componentes eletrônicos, tornou-se possível conectar à Internet qualquer objeto que dispusesse de recursos computacionais e de comunicação embarcados. Esse contexto ampliado de conectividade recebe a denominação de Internet das Coisas (*Internet of Things*, IoT).

A IoT encontra um potencial de inserção nos mais variados setores das atividades humanas e econômicas. Em particular, este trabalho foca no setor de hospitalidade e, mais especificamente, em bares e restaurantes. Considerando-se que uma parcela significativa da população mundial frequenta esses ambientes para lazer, ou como local principal de alimentação, objetiva-se pesquisar como a IoT se insere, de forma protagonista ou auxiliar, no contexto de bares e restaurantes.

Para atingir esse objetivo, emprega-se a abordagem de revisão sistemática da literatura. Inicialmente, define-se as questões de pesquisa, os critérios de exclusão e inclusão, as bases de estudo e a *string* de busca. Em seguida, procede-se à extração dos artigos, aplicando-se os critérios de exclusão e inclusão. Como resultados, obtém-se as respostas às questões de pesquisa.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta uma visão geral de IoT referente a sua arquitetura, tecnologias e aplicações. A Seção 3 contextualiza o setor de bares e restaurantes, considerando-se os aspectos de controle de desperdício alimentar, gerenciamento e monitoramento de equipamentos, controle de uso de energia, segurança alimentar e experiência do cliente. A Seção 4 detalha a metodologia de revisão sistemática adotada nesse trabalho. Em seguida, a Seção 5 apresenta os resultados; ou seja, as respostas às questões de pesquisa. Por final, a Seção 6 apresenta as considerações finais.

2 Internet das Coisas

A Internet das Coisas descreve um mundo onde praticamente tudo pode estar conectado, comunicando-se de uma maneira inteligente. A partir de uma tecnologia de baixo custo, conseguimos conectar equipamentos e dispositivos do nosso dia a dia como, por exemplo, eletrodomésticos, carros e máquinas industriais, viabilizando o controle de processos em setores como a hospitalidade, construção civil, indústria e saúde. Avanços no desenvolvimento tecnológico permitem que empresas utilizem Internet das Coisas com o objetivo de analisar dados e tomar decisões para aumentar produtividade e eficiência de operações e criar modelos de negócios. Ou seja, é onde o mundo físico se encontra com o mundo digital para trabalharem juntos (Oracle, 2022).

2.1 Arquitetura de Internet das Coisas

O conceito de Internet das Coisas é tão amplo que não há uma arquitetura uniforme e única. Para que a ideia da implementação funcione, ela deve consistir em uma variedade de tecnologias de sensores, redes, comunicações e formas de computação (Gigli e Koo, 2011). Apesar disso, uma arquitetura elementar foi descrita por Wu et al. (2010), na qual os componentes essenciais podem ser classificados

nas seguintes camadas:

- *Perception Layer*: Também chamada de camada de dispositivos, pois é composta de aparelhos físicos e sensores. Essa camada é a responsável pela coleta de dados através desses sensores (Mehta et al., 2018). Dados de temperatura, localização, peso e umidade são exemplos de informações que podem ser obtidas.
- *Network Layer*: É a camada responsável pela transmissão dessas informações, ou seja, protocolos que garantem a transferência segura e íntegra dos dados obtidos pelos sensores para o sistema de processamento. Tecnologias como 4G, 5G, WiFi, Bluetooth, Zigbee são exemplos de protocolos utilizados (Mehta et al., 2018).
- *Middleware Layer*: Essa camada recebe as informações da camada Network, processa esses dados e decide a solução analisando os resultados (Mehta et al., 2018). É a camada responsável pelo processamento e pelo armazenamento dos dados.
- *Application Layer*: Essa camada realiza as aplicações com base nos dados processados (Farooq et al., 2015). Ou seja, é a camada responsável por gerenciar a aplicação, dependendo do processamento das informações transmitidas pela camada Middleware (Mehta et al., 2018).
- *Business Layer*: Essa camada gerencia o sistema IoT completo em termos de aplicativos e serviços. É responsável por apresentar modelos de negócios, gráficos e fluxogramas com base nos dados obtidos nas camadas anteriores. Dependendo da análise dos resultados, esta camada também pode prever ações futuras (Mehta et al., 2018).

2.2 Tecnologias

Para o desenvolvimento e a aplicação de sistemas arquitetados a partir de Internet das Coisas, torna-se necessário o emprego de diversas outras tecnologias. Introduziremos a seguir algumas das principais utilizadas.

2.2.1 RFID

Radio Frequency Identification (RFID), ou identificação por radiofrequência, é uma das tecnologias chave para a Internet das Coisas. É utilizada para identificar unicamente e capturar dados sobre o objeto ao qual está associado. Conectando aparelhos leitores RFID à Internet, esses leitores podem identificar, rastrear e monitorar os objetos que estão anexados com as tags RFID de forma automática e em tempo real, se necessário (Jia et al., 2012).

2.2.2 Wireless Sensor Network

Redes de sensores sem fio ou WSN são redes sem fio que geralmente consistem de um grande número de dispositivos distribuídos equipados com sensores para monitorar fenômenos físicos ou ambientais (Nack, 2010). Ou seja, uma rede que auxilia no monitoramento de ambientes coletando dados e informações a partir de sensores. A combinação de sensores possibilita a coleta de dados em ambientes de tempo real, o que é um fator chave para a aplicação da tecnologia.

2.2.3 ZigBee

A tecnologia ZigBee é uma solução de rede sem fio de baixa taxa de dados, baixo consumo de energia e baixo custo voltado para aplicações de automação. A tecnologia foi criada pela *ZigBee Alliance*, tem alcance em torno de 100 metros e largura de banda de 250 kbps. É amplamente utilizado em automação residencial, agricultura de precisão, controles industriais, monitoramento médico e sistemas de energia (Somayya Madakam, 2015).

2.2.4 NFC

Near-Field Communication é uma tecnologia que permite a troca de dados sem fio entre dois dispositivos próximos. A tecnologia NFC torna a vida mais fácil e conveniente para os consumidores em todo o mundo, tornando mais simples fazer transações, trocar conteúdo digital e conectar dispositivos eletrônicos com apenas um toque (Somayya Madakam, 2015). Essa tecnologia é amplamente utilizada em pagamentos via celular do cliente e a máquina de cartão do estabelecimento comercial.

2.2.5 Bluetooth e Bluetooth Low Energy

Bluetooth é uma tecnologia de curto alcance que elimina a necessidade de cabeamento entre dispositivos como notebooks, computadores, câmeras, fones de ouvido, impressoras, entre outros dispositivos. Tem um alcance efetivo de 10 a 100 metros e, geralmente, uma taxa de transmissão inferior a um Mbps.

Já o Bluetooth Low Energy (BLE) foi projetado para aplicações com consumo de energia muito baixo. A tecnologia oferece aos desenvolvedores uma enorme flexibilidade para criar produtos que atendam aos requisitos de conectividade e de consumo de energia (Bluetooth®, 2022). A tecnologia BLE é amplamente utilizada na área de Internet das Coisas justamente por favorecer o baixo consumo de energia.

2.2.6 Cloud Computing

Computação em nuvem refere-se à entrega de serviços computacionais como, por exemplo, servidores, banco de dados e softwares de processamento via Internet objetivando oferecer maior agilidade e flexibilidade nas aplicações. As plataformas baseadas em *cloud computing* ajudam na conexão dos dispositivos ao nosso redor, para que seja possível o acesso aos dados a qualquer momento e em qualquer lugar de forma agilizada, usando portais personalizados e aplicativos integrados. A utilização de *cloud computing* em aplicações de Internet das Coisas fornece benefícios principalmente em aplicações de grande escala, onde o gerenciamento de dados de forma eficaz é indispensável.

2.3 Aplicações

O conceito de conectar dispositivos, independente da sua funcionalidade, pode auxiliar diversos setores. Nesta seção, introduziremos de forma geral algumas das principais áreas que se beneficiam do desenvolvimento de aplicações de Internet das Coisas.

2.3.1 IoT na Agricultura

Um dos setores chave para a cadeia de suprimentos é a agricultura, pois é a partir desse setor que todo o ciclo de distribuição começa e, unindo a modernização com a necessidade de rapidez e eficiência nos processos, a tecnologia é uma aliada importante. A conexão “homem-máquina-objetos” da IoT na agricultura pode ajudar os humanos a reconhecer, gerenciar e controlar vários elementos, processos e sistemas agrícolas de maneira mais refinada e dinâmica (Xu et al., 2022).

2.3.2 IoT na Educação

A educação também se beneficia do apoio da tecnologia, especialmente pela era digital que vivemos atualmente. Grande parte dos estudantes, mesmo dos ensinos fundamentais, já possuem acesso a *smartphones* e *laptops*. A Internet das Coisas pode ser utilizada não apenas como auxílio no gerenciamento das escolas, mas também como uma poderosa ferramenta no ensino. Exemplos de utilização como lousas inteligentes, dispositivos de ensino para crianças com necessidades especiais ou até mesmo aparelhos com realidade virtual estão sendo explorados no uso de IoT na área de educação.

2.3.3 IoT na Saúde

A área da saúde possui um limitador muito grande, o tempo. A pandemia do COVID-19 nos mostrou que a falta de dados sobre o paciente, sobre alguma doença ou qualquer informação relacionada, pode dificultar os tratamentos de urgência. Isso mostra que a utilização de tecnologias pode ser útil, não apenas para o monitoramento e acompanhamento de dados obtidos, mas também no desenvolvimento de equipamentos e soluções na busca por uma melhoria na saúde em geral.

2.3.4 IoT na Hospitalidade

O setor de hospitalidade envolve grandes áreas da indústria de serviços incluindo restaurantes, hotéis, parques, eventos e turismo em geral. Apesar de que o conceito de Internet das Coisas já está desenvolvido há alguns anos, existe pouca pesquisa sobre a utilização dessa tecnologia no setor de hospitalidade. Essa oportunidade de aplicação é um fenômeno recente, especialmente em relação à coleta e análise de dados. No contexto geral de hospitalidade, as áreas que mais se beneficiam com o auxílio da tecnologia podem ser classificadas em: experiência do hóspede, representando a dimensão social; eficiência operacional, retratando os aspectos financeiros e operacionais do negócio; e sustentabilidade, envolvendo atributos ambientais (Nadkarni et al., 2019).

Exemplos da tecnologia IoT no setor de hospitalidade podem ser facilmente encontrados em hotéis onde, por exemplo, pode-se haver a personalização do quarto do hóspede, funções remotas para gerenciamento de dispositivos e automações pelo hotel. Ou seja, apesar de ser algo relativamente novo, é um trabalho que vem sendo desenvolvido.

2.3.5 IoT nas Cidades

A tecnologia IoT também vem se destacando no desenvolvimento de cidades inteligentes, conhecidas como *smart cities*. O objetivo é auxiliar no desenvolvimento urbano, no

gerenciamento de recursos públicos e na busca por uma melhor qualidade de vida dos cidadãos. Cidades inteligentes são cidades que, utilizando tecnologias, tornam-se mais eficientes na utilização de recursos e, como resultado da economia de custos e energia, melhoram as condições de prestação de serviços e a qualidade de vida dos moradores (João et al., 2019).

3 Restaurantes e Bares

Segundo a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes (ABRASEL), o setor é uma das forças motrizes da economia Brasileira, com bares e restaurantes presentes em todos os 5570 municípios brasileiros. O setor foi amplamente impactado pela pandemia do COVID-19, com fechamentos e restrições ao funcionamento em todo o país. Por isso, os estabelecimentos ainda se ressentem dos efeitos da crise e lutam para retomar atividades de forma sustentável economicamente (Abrasel, 2022).

A utilização de Internet das Coisas ainda não é tão comum em restaurantes e bares, mas é algo que está em crescimento. Cada estabelecimento possui as suas características, os seus detalhes e as suas formas de trabalho, mas, em geral, todos eles possuem processos padrões que necessitam de atenção para o sucesso do negócio. Esses processos envolvem, por exemplo, gerenciamento de equipamentos da cozinha e bar, controle do desperdício de alimentos e bebidas, automação de atividades, gerenciamento remoto, redução do uso de energia, gerenciamento inteligente de estoque e análises de dados de clientes. A tecnologia, em especial a Internet das Coisas, está em constante evolução pois auxilia diversos setores, automatizando tarefas e transformando a forma em que nos conectamos aos objetos. Isso a torna uma das mais importantes aliadas do setor de hospitalidade, pois fornece uma variedade de recursos que podem ser aplicados nas dificuldades encontradas. A seguir, os principais desafios dos restaurantes e como as tecnologias de IoT podem auxiliar no gerenciamento do negócio.

3.1 Controle de Desperdício Alimentar

Estima-se que 14% dos alimentos do mundo são perdidos entre a colheita e o varejo, e que 17% são desperdiçados no nível de consumo (UNEP, 2022). Isto ocorre numa época em que mais de 800 milhões de pessoas passam fome. Esses dados mostram a necessidade urgente de redução da perda e desperdício no setor de alimentos e bebidas.

Especialmente em restaurantes, o controle de desperdício alimentar é uma grande preocupação, pois a maior parte dos itens alimentares utilizados possuem prazos de validade curtos, como vegetais, frutas, carnes e produtos diários. Nesses estabelecimentos, o descarte pode ser observado em diversos processos, desde a etapa de recebimento e armazenamento, passando por pré-preparo e chegando na etapa final de distribuição e consumo (Ribeiro, 2020). Tendo em vista os dados alarmantes sobre desperdícios alimentares e o avanço contínuo de tecnologias, o setor de hospitalidade necessita de soluções práticas e inovadoras em busca de um equilíbrio na produção e no consumo alimentar.

3.2 Gerenciamento e Monitoramento de Equipamentos

Da mesma forma que os insumos alimentares necessitam de controle e gerenciamento, os equipamentos também requerem atenção. Muitos processos em ambientes como restaurantes e bares ainda são manuais, e isso abre uma grande possibilidade de falhas. O monitoramento de equipamentos é necessário para a tomada de decisões antecipadas, como manutenção ou substituição caso seja necessário. Ambientes com uma grande quantidade de equipamentos, como cozinhas, necessitam de um cuidado com manutenção periódica, visto que em muitos casos a demanda pela utilização desses equipamentos é extremamente alta. Plataformas de IoT dispostas de sensores compartilhando e relatando dados sobre esses equipamentos podem auxiliar no gerenciamento do negócio, inclusive diminuindo a necessidade de interrupção humana.

3.3 Controle no Uso de Energia

Em ambientes como restaurantes, existe a necessidade da utilização de vários eletrodomésticos, tais como freezers, geladeiras, fogões, micro-ondas, fritadeiras, entre vários outros equipamentos. A utilização desses dispositivos torna o consumo de energia muito alto ao final do mês. Um estudo feito pela Abrasel (2015) evidencia que as contas de energia elétrica têm um impacto importante para os estabelecimentos, representando cerca de 10 a 15% de todos os custos. Mostra também que, em 2015, as contas tiveram um aumento de 50% e que muitos proprietários fecharam as portas ou demitiram funcionários para supor-tar as despesas crescentes.

Isso mostra que o alto consumo de energia preocupa esses estabelecimentos, especialmente por vezes depender tanto de operações manuais, que como sabemos, é passível de falhas. Portanto, a busca por melhorias na operação, equipamentos inteligentes e sustentáveis, e um melhor gerenciamento de energia se faz necessário no setor de hospitalidade.

3.4 Segurança Alimentar

Food safety refere-se a segurança alimentar e é um tópico essencial para estabelecimentos que preparam e fornecem alimentos aos clientes. Esse conceito descreve a necessidade de entender o que é preciso para prevenir a contaminação e o comércio de alimentos inadequados ao consumo (Ifood, 2022). Ou seja, a atenção sobre práticas de higienização, armazenamento, validade, modo de preparo, manipulação e distribuição de alimentos. No Brasil, o principal órgão responsável por fiscalizar e gerir condutas adequadas, além de realizar inspeções sanitárias, é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portanto, a segurança alimentar é um ponto chave, não apenas para o gerenciamento do negócio, mas também para a saúde e bem-estar dos clientes.

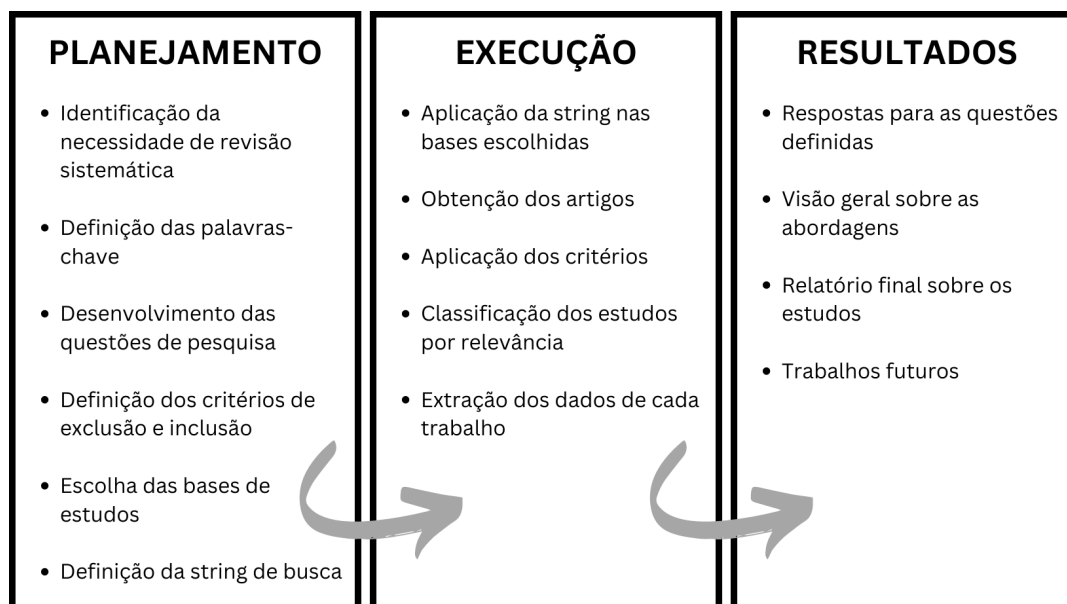


Figura 1: Ciclos da pesquisa na revisão sistemática

3.5 Experiência do Cliente

A experiência do cliente envolve todos os pontos de contato entre cliente e o estabelecimento. Antes mesmo da presença física, os consumidores podem se relacionar com restaurantes através de mídias sociais, promoções de marketing e sistemas de recomendação. No próprio restaurante, há diversos outros pontos de contato com o cliente, a começar por exemplo pelo ato de encontrar vagas de estacionamento, realizar pedidos, obter atendimento, alimentar-se, e assim por diante. Cada etapa da jornada entre cliente e restaurante possui suas peculiaridades e o emprego de tecnologias pode ser muito útil na obtenção de melhores resultados para ambas as partes, tanto cliente quanto estabelecimento.

4 Metodologia

Nesta seção, destacamos os detalhes sobre a metodologia de revisão sistemática utilizada, assim como o planejamento e as estratégias desenvolvidas para a análise dos trabalhos selecionados.

O ciclo da pesquisa pode ser classificado em três etapas: planejamento, execução e resultados. Cada etapa é composta de atividades específicas, conforme ilustrado na Fig. 1. Nesta seção focamos nas duas primeiras etapas (i.e., planejamento e execução).

4.1 Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa definem os resultados que pretendemos obter com a análise sistemática. Para o estudo dos artigos selecionados e para o entendimento das abordagens escolhidas, foram definidas quatro questões de pesquisa, são elas:

Q1 – Quais os problemas que os estudos propõem resolver?

Q2 – Quais as abordagens propostas utilizando IoT para enfrentar os desafios na área de restaurantes?

Q3 – Quais os resultados da aplicação das abordagens propostas?

Q4 – Quais as dificuldades na implementação de tecnologias IoT em restaurantes?

4.2 Critérios de Exclusão e Inclusão

Para a realização do filtro dos estudos, definimos certos critérios base para inclusão e exclusão de artigos. A seguir, apresenta-se a escolha desses critérios.

4.2.1 Critérios de Exclusão

Os seguintes critérios de exclusão foram definidos:

[CE1] – Artigos duplicados;

[CE2] – Artigos que não relacionam a abordagem com a tecnologia Internet das Coisas;

[CE3] – Artigos que não são relacionados a área de alimentos e bebidas, em específico restaurantes e bares.

4.2.2 Critérios de Inclusão

Da mesma forma, os seguintes critérios de inclusão foram definidos:

[CI1] – Artigos disponíveis em inglês ou português;

[CI2] – Artigos publicados nos últimos 10 anos (2012 a 2022).

4.3 Bases de Estudo

Foram definidas três bases de estudo, considerando-se suas relevâncias no meio acadêmico. Todas as três platafor-

Tabela 1: Quantidade de artigos extraídos das bases de estudo

ACM	IEEE	Science Direct	TOTAL
29	73	9	111

mas possuem a facilidade de busca por palavras-chave, a possibilidade da busca através da *string* definida e o acesso gratuito aos trabalhos. São elas:

- IEEE Xplore (<https://ieeexplore.ieee.org/>)
- Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>)
- ACM Digital Library (<https://dl.acm.org/>)

Com a definição das bases de estudo, o próximo passo foi definir a *string* de busca de tal forma que obtivéssemos trabalhos relevantes à nossa pesquisa.

4.4 String de Busca

4.4.1 Palavras-Chave

Para iniciarmos a definição da *string* de busca, destacamos as seguintes palavras-chave, de acordo com o objetivo de reunir estudos de abordagens com tecnologias IoT para restaurantes e bares: *solution, system, application, framework, architecture, design, IoT, internet of things* e *restaurant*.

4.4.2 Definição da String

Portanto, com as palavras-chave definidas, a nossa *string* de busca ficou definida como:

(solution OR system OR application OR framework OR architecture OR design) AND (iot OR internet of things) AND (restaurant)

4.5 Extração dos Artigos

Com a nossa *string* definida, executamos a pesquisa nas três bases anteriormente citadas, respeitando-se as suas configurações de pesquisa, obtendo um total de 111 artigos, como mostra a Tabela 1. Todos os dados foram obtidos no dia 31 de Outubro de 2022.

4.6 Aplicação dos Critérios

Com a lista de artigos selecionados, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão na própria ferramenta *JabRef*. Utilizamos a opção “Encontrar Duplicados” para a aplicação do critério de exclusão [CE1], resultando em nenhuma exclusão na listagem inicial. Na própria ferramenta, foi realizada a filtragem a partir do critério de inclusão [CI2], resultando na remoção de 11 artigos com data de publicação anterior a 2012, reduzindo-se a lista a 100 artigos. A partir desta lista, detalhes como idioma e disponibilidade para download foram analisados, constatando-se que um artigo não correspondia ao critério de idioma e portanto foi removido.

Buscando encontrar estudos relacionados à Internet das Coisas e restaurantes e bares, foi realizada a análise do título, resumo e palavras-chave de todos os 99 artigos

resultantes. Para a aplicação dos critérios [CE2] e [CE3], os artigos foram exportados para uma planilha contendo todas as suas informações. Além disso, definiu-se uma coluna denominada “Relevância”, onde cada artigo foi classificado com notas zero (não relevante), três (relevância duvidosa) e cinco (relevante) para a nossa pesquisa. Artigos não relacionados à tecnologia Internet das Coisas ou então não referentes à área de alimentos e bebidas foram classificados com relevância zero. Ao final, dos 99 artigos, 24 foram classificados como não relevantes (nota zero), 38 artigos com relevância duvidosa (nota três) e 37 estudos classificados com relevância alta (nota cinco).

Os 24 artigos classificados como não relevantes foram removidos da nossa lista e, para os 38 estudos classificados com relevância duvidosa, realizou-se novamente a análise do resumo, da introdução e das conclusões, a fim de validar a inclusão, ou não, na lista. Desses 38 artigos, quatro foram reclassificados como relevantes (nota cinco) e adicionados à lista. A partir de algumas referências, um artigo de outra fonte de estudos foi identificado, classificado como relevante e também adicionado à lista, finalizando assim em 42 estudos para análise.

Portanto, nossa lista ficou assim:

- Não relevantes: 24 artigos
- Relevância duvidosa: 34 artigos
- Relevantes: 42 artigos

5 Resultados: Respostas às Questões de Pesquisa

A partir da metodologia definida, foi realizada a análise detalhada de todos os artigos. Nesta seção apresentaremos os resultados conforme as questões de pesquisa previamente definidas.

5.1 [Q1] Quais os problemas que os estudos propõem resolver?

Para responder essa questão, após as análises, classificamos todos os artigos conforme o seu problema de atuação. Com base nisso, classificamos cada artigo em categorias de problemas conforme apresentados a seguir.

5.1.1 Experiência do Cliente

Essa categoria inclui estudos de protótipos e sistemas que visam incrementar os pontos de contato do cliente com o estabelecimento e ajudam a facilitar o ciclo de relacionamento para que ocorra uma maior fidelidade e um bem-estar entre consumidor e negócio.

Segundo Saeed et al. (2016), alguns exemplos de ineficiência comuns em restaurantes são: clientes esperando que uma mesa esteja disponível e um garçom os sente, menu de papel não interativo exibindo informações limitadas sobre os produtos disponíveis (normalmente contendo apenas os nomes dos pratos, preços, e breves descrições), necessidade de esperar garçons para que possam fazer o pedido, não receber nenhuma informação sobre o andamento de sua refeição enquanto aguarda, esperar mais de uma vez que o garçom forneça sua conta para pagar

e, finalmente, maneiras ineficazes de realizar feedbacks diretamente à gerência do restaurante.

Fica claro que restaurantes não dependem apenas da boa qualidade dos produtos oferecidos ou de bons equipamentos, mas também de uma ótima experiência do usuário. Tratar a questão como detalhe importante e buscar ferramentas no auxílio, pode sim impulsionar e alavancar os negócios.

5.1.2 Segurança Alimentar

Soluções que implementam tecnologia para realizar o controle e o monitoramento da qualidade alimentar. Como citamos anteriormente, o objetivo do estudo sobre segurança alimentar é prevenir contaminações e intoxicações alimentares através de boas práticas. Segundo a World Health Organization [WHO \(2023\)](#), todos os anos, em todo o mundo, alimentos inseguros causam 600 milhões de casos de doenças transmitidas por alimentos e 420.000 mortes (30% das mortes causadas por alimentos ocorrem entre crianças com menos de cinco anos de idade). A OMS estimou que 33 milhões de anos de vida saudável são perdidos a cada ano globalmente devido à ingestão de alimentos não seguros, assumindo-se que esse número provavelmente está subestimado.

Em [\(Bhatia e Manocha, 2022\)](#) os fatores identificados para tal vulnerabilidade são especificados como má qualidade dos alimentos, ambientes sujos, utilização de alimentos vencidos e contaminação nas áreas de preparação de alimentos. A produção e a manipulação correta de alimentos conforme padrões profissionais é extremamente importante para garantir a qualidade da saúde dos consumidores. Assim, é fundamental que profissionais de nutrição estejam envolvidos no acompanhamento da produção e na forma com que os alimentos são expostos quando comercializados [\(Batista et al., 2019\)](#).

5.1.3 Desperdício Alimentar

O desperdício alimentar está fortemente ligado com o desenvolvimento de práticas de segurança alimentar. A falta de processos no gerenciamento de insumos nos restaurantes contribui vigorosamente para os altos níveis de desperdícios globais. Uma das principais falhas que ocorre em estabelecimentos é o desperdício pela preparação excessiva de alimentos e por não ter o controle de validade nos itens, especialmente quando armazenados em refrigeradores [\(Kumar e Prashar, 2022\)](#).

O descarte na indústria de hospitalidade não inclui apenas comida e insumos, mas também papéis, plásticos, metais, madeira, papelão e outros materiais que são comumente empregados. Transformar esse descarte em recurso utilizável requer coordenação em toda uma cadeia de geração, coleta, transporte, descarte e utilização. As estruturas de gestão devem levar em consideração os múltiplos interesses das partes interessadas, como empresas de alimentação, prestadores de serviços de coleta e transporte e prestadores de serviços de descarte [\(Wen et al., 2018\)](#).

Melhorar processos de descarte de restaurantes não é apenas uma questão de negócio, mas também faz parte do domínio de gestão de cidades, de forma a contribuir para a sociedade em geral.

5.1.4 Ajustes Operacionais

Um restaurante nem sempre é formado apenas pela sua equipe de cozinha, mas também por equipe de atendimento, bar, limpeza, direção e estoque. Todas essas áreas são compostas de tarefas e complexidades específicas. O andamento desses setores durante um dia de serviço é comumente chamado de operação e, por isso, o gerenciamento e ajuste operacional contínuo é um fator importante para o local. Grande parte das funções dentro de um restaurante é feito de forma manual, o que faz com que haja muitas ineficiências devido às limitações humanas que podem ser resolvidas por meio de automação e troca de dados entre dispositivos [\(Saeed et al., 2016\)](#).

Os restaurantes sempre foram experimentais para oferecer um melhor atendimento ao cliente, o que é evidente desde a evolução de sistemas de pedidos manuscritos até a utilização de robôs na entrega de pedidos na mesa do cliente. Os estudos evidenciam que ajustar e automatizar diferentes tarefas com o uso da tecnologia é um fator crucial para o desenvolvimento do negócio, especialmente buscando uma melhor experiência para o cliente, consumidor final.

5.1.5 Segurança

A segurança física em qualquer estabelecimento é um fator chave. Especialmente em restaurantes, o uso de sistemas para automatizar o controle de monitoramento de equipamentos e de ambientes tem sido crescente. O melhor exemplo estudado foi realizado por [Kholil et al. \(2021\)](#), onde os autores utilizam Internet das Coisas para desenvolver um sistema de detecção remota de vazamentos de gás em cozinhas de residências, restaurantes ou em indústrias. Esse monitoramento é para que os proprietários possam se prevenir precocemente caso ocorra um vazamento no ambiente e possam fornecer alertas adiantados sobre possíveis vazamentos.

5.1.6 Privacidade dos Dados

O crescente uso de IoT no setor de hospitalidade também carrega grandes desafios. Um desses desafios é a questão de segurança, privacidade e ética dos dados obtidos nestes sistemas, devido ao fato que os clientes estão no epicentro dessas tecnologias e que resultam em uma grande quantidade de dados coletados [\(Mercan et al., 2020\)](#). Estabelecimentos do setor de hospitalidade que utilizam Internet das Coisas estão expostos a diversos tipos de ataques cibernéticos, especialmente por serem geralmente abertos e de livre acesso ao público. Inclusive, os próprios dispositivos de IoT, uma vez comprometidos, podem se tornar a porta de entrada para os atacantes.

A IoT permite que os computadores observem, identifiquem e entendam o mundo sem depender de dados inseridos por humanos. A coleta, agregação e análise de dados são essenciais para o sucesso da satisfação do cliente. A indústria de hospitalidade, em particular, precisa de informações pessoais para melhor atender os clientes; portanto, a privacidade é uma grande preocupação neste domínio. Privacidade é o direito de uma pessoa ou entidade de decidir que tipo de informação deve ser conhecida por outras pessoas e em que medida. Um indivíduo deve ter controle sobre a coleta, processamento, disseminação e uso subsequente dos dados coletados sobre ele [\(Mercan](#)

et al., 2020).

Já a ética estuda “o que é bom e o que é ruim” ou “o que é certo e errado”. Qualquer nova tecnologia projetada para o benefício das pessoas também pode ter efeitos colaterais negativos nos indivíduos e na sociedade. Assim, é essencial definir regras éticas e regulamentações legais para garantir a proteção dos usuários.

5.2 [Q2] Quais as abordagens propostas utilizando IoT para enfrentar os desafios na área de restaurantes?

O objetivo dessa questão de pesquisa foi estudar as abordagens propostas para enfrentar de alguma forma as dificuldades citadas na questão Q1. Detalhamos a seguir os principais projetos encontrados.

Saeed et al. (2016) abordam um sistema inteligente de gerenciamento de restaurante baseado em comunicação de sensores e cloud computing. Tem como objetivo melhorar as etapas do cliente no restaurante, assim como a própria operação do estabelecimento, sendo composto de duas interfaces: a aplicação mobile Android para cliente e aplicação web para a equipe do restaurante. A aplicação para clientes oferece as seguintes facilidades: encontrar vagas de estacionamento através de sensores de proximidade; buscar mesas disponíveis através do sistema mobile e; realizar pedidos e pagar as suas contas através de menus interativos a partir dos seus celulares. Já para a equipe responsável pelo restaurante, o sistema disponibiliza as seguintes funcionalidades: coleta de dados e estatísticas sobre o desempenho de vendas em tempo real; automação do sistema de pedidos para atendentes e para a equipe de cozinha.

A aplicação Android foi desenvolvida a partir das linguagens Java e XML na área de desenvolvimento *Android Studio*. Em relação à web, foram utilizados serviços da *Amazon Web Services* (AWS), juntamente com o servidor Apache HTTP e o banco de dados *MySQL*.

Para o sistema de estacionamento, destaca-se a utilização do microcontrolador Arduino Uno R3 e de sensores de proximidade instalados em todas as vagas de carro. Esses sensores, quando detectam algum carro em sua vaga, enviam sinais para o Arduino, que os interpreta e atualiza a base de dados a partir da Internet. Destaca-se também a implementação de sensores NFC na área de estacionamento e nas mesas do restaurante para que o cliente consiga utilizar o aplicativo.

Kossonon e Wang (2017) também propõem uma arquitetura para incrementar a experiência dos clientes. A proposta tem como objetivo automatizar o processo do cliente de realizar o pedido e o processo de entrega dos pratos. O sistema é composto de: pratos específicos com RFID, utilizado para identificação e rastreamento; painel *touchscreen* com leitor RFID, onde o software possibilita ao usuário navegar pelo menu, realizar pedidos e acompanhar o processo; monitor de pedidos que apresenta para a equipe de cozinha todos os status dos pedidos de clientes; máquina de atribuição de entrega, encarregada pela atribuição dos pratos para a entrega, composta de uma esteira, software embarcado e um leitor RFID. Por intermédio do RFID o sistema sabe qual pedido está entregando.

O servidor de aplicação, componente principal do sistema, consiste num servidor executando *RESTful Web Service*, gerenciando todo o fluxo de dados.

A operação do sistema pode ser descrita nas seguintes etapas:

- O cliente acessa o menu através do software embarcado no painel e emite o seu pedido;
- O pedido é registrado e prontamente visualizado pelo monitor de pedidos;
- A equipe de cozinha recebe a informação e realiza os processos necessários para os pedidos;
- Quando prontos, esses pratos são enviados para a máquina de atribuição de entrega;
- A máquina então realiza a ligação entre os pratos e as tags RFID e disponibiliza aos garçons para a entrega na mesa;
- Por fim, através do leitor RFID, o painel do cliente recebe a informação do prato e notifica o sistema da entrega realizada.

Saraubon et al. (2018) propõem um sistema que utiliza tecnologias de Internet das Coisas e aplicações móveis para restaurantes do estilo *quick service*; ou seja, de serviços rápidos. Basicamente, a arquitetura é dividida em dois módulos de aplicação: cliente e restaurante. Módulo do Cliente: as principais funções da aplicação móvel do cliente são selecionar e realizar os pedidos, receber notificações sobre o status, realizar o pagamento, além de funcionalidades como lista de favoritos, histórico e bate-papo direto entre cliente e restaurante. Módulo do Restaurante: a aplicação para o restaurante tem como função receber os pedidos, notificar os clientes sobre o andamento dos mesmos e gerenciar o conteúdo do menu disponível.

A arquitetura é composta de um mini-computador Raspberry Pi atuando como servidor, a aplicação móvel para o cliente e a aplicação para o restaurante. O objetivo do sistema proposto é diminuir tempos de espera, facilitar o gerenciamento de pedidos para o restaurante e aproximar a relação cliente e estabelecimento oferecendo novas abordagens.

Os estudos (Sivabalaselvamani e Soorya, 2020) e (Chang et al., 2019) apresentam *frameworks* que possibilitam a avaliação de restaurantes a partir do reconhecimento da expressão facial. Ambos os sistemas permitem que o cliente avalie o estabelecimento tirando uma foto do seu rosto, oferecendo assim uma nova forma de *feedback*. O sistema apresentado em (Sivabalaselvamani e Soorya, 2020) recebe a imagem obtida através da câmera, realiza o processo de detecção de face, extrai características da imagem, efetua o reconhecimento de imagem utilizando o algoritmo de *deep learning* Convolutional Neural Network (CNN) com treinamento de conjuntos de dados, executa a detecção da expressão facial conforme suas expressões (felicidade, tristeza, surpresa, medo, raiva, etc) e notifica a avaliação via e-mail para os administradores do sistema.

Já em (Chang et al., 2019), o sistema de avaliação proposto é formado de uma aplicação móvel Android, servidores Web e um sistema de inteligência artificial pré-treinado. O aplicativo móvel é a interface onde o cliente interage com o *framework* de avaliação e o servidor de inteligência artificial é o responsável pelo reconhecimento de expressão facial utilizando também modelos CNN. Ambos

autores comentam que esses *frameworks* podem se tornar uma boa opção como ferramenta de retorno em restaurantes autônomos, onde há a ausência parcial ou completa de funcionários.

Em relação às experiências personalizadas, [Zualkernan et al. \(2020\)](#) apresentam um sistema que fornece um ambiente personalizado para o cliente conforme o seu comportamento e as suas preferências através de dispositivos *Beacon* e algoritmos de aprendizado de máquina. O sistema é basicamente formado por quatro componentes: dispositivos *Beacons*, arquitetura de comunicação utilizando o protocolo de mensagens Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), servidores de aplicação e banco de dados e aplicação móvel para clientes. As suas principais funcionalidades são: conteúdo personalizado ao cliente; possibilidade de reserva automática de mesa baseado em suas preferências; interação personalizada entre funcionários e cliente; e monitoramento em tempo real sobre as condições do estabelecimento. Conforme as preferências e os dados obtidos pelos dispositivos, o sistema utiliza aprendizado de máquina não supervisionado para fornecer a personalização da experiência para o cliente.

A evolução constante de sensores e dispositivos IoT, juntamente com pesquisas na área alimentar, abriu caminho para o desenvolvimento de embalagens inteligentes de alimentos. Esses sistemas integrados são capazes de fornecer informações sobre a qualidade dos produtos embalados durante o período de armazenamento. Para isso, utilizam uma variedade de sensores adequados para monitorar a qualidade e a segurança dos produtos alimentícios, registrando a evolução de parâmetros como quantidade de agentes patogênicos, gases, temperatura, umidade e tempo de armazenamento.

[Popa et al. \(2019\)](#) propõem uma abordagem de monitoramento da qualidade alimentar utilizando sensores de baixo custo. O sistema monitora continuamente o nível do gás, da umidade e a temperatura em alimentos embalados à vácuo. A implementação contempla dois módulos: aquisição de dados e interface para os usuários. No módulo de aquisição de dados, sensores de temperatura, umidade, concentração de gás e pressão se comunicam com a plataforma Arduino pelas interfaces seriais I2C e SPI. O Arduino, por sua vez, é conectado a um modem sem fio XBee que implementa o protocolo ZigBee para transmissão de dados entre sensores e o computador do usuário. O módulo de interface é responsável pelo processamento das informações e pela visualização dos dados recebidos. O objetivo da implementação é realizar o monitoramento eficaz de alimentos embalados, de forma a evitar o constante desperdício alimentar.

Ainda em relação ao monitoramento, os estudos de [Bhatia e Ahanger \(2021\)](#) e [Bhatia e Manocha \(2022\)](#) apresentam um *framework* para avaliação da qualidade alimentar em restaurantes, adotando-se sensores, *fog computing* e *cloud computing*. Aplica-se teoria dos jogos de dois jogadores para manter e avaliar os parâmetros do padrão alimentar desses estabelecimentos. O modelo proposto prevê quatro fases: Aquisição de Dados (DA), Categorização de Dados (DC), Mineração e Extração de Dados (DME) e Módulo de Teoria dos Jogos (GDM). Os dados relacionados ao restaurante são obtidos por sensores responsáveis pela coleta. Informações sobre o ambiente, alimentos, utensílios e

até mesmo sobre o andamento da equipe são comunicados através de um roteador local para o dispositivo Raspberry Pi realizar a computação necessária. A comunicação entre sensores IoT e as camadas é realizada utilizando o protocolo MQTT via Wi-Fi. Após a categorização e extração dos dados, o módulo de teoria dos jogos é responsável por manter e avaliar os parâmetros da qualidade alimentar. É um conjunto de estratégias para determinar as expectativas sobre a qualidade dos alimentos e auxiliar na tomada de decisões.

O gerenciamento de desperdício alimentar em restaurantes muitas vezes é realizado de forma ineficaz ou até mesmo inexistente. Isso expõe a necessidade de encontrar soluções viáveis para a área de hospitalidade, que é grande contribuinte para o alto nível de desperdício global. A proposta de [Wen et al. \(2018\)](#) envolve um sistema que utiliza tecnologias IoT para o controle e gerenciamento de desperdício alimentar de restaurantes na cidade de Suzhou, na China. Abrange-se as etapas de geração, coleta, transporte e descarte final dos desperdícios. O seu desenvolvimento envolveu pesquisas tanto nos componentes de *software* quanto de *hardware* do sistema. Tags RFID foram implantadas em lixeiras de restaurantes com informações sobre o estabelecimento; além disso, nos caminhões de coleta foram instalados sensores de peso e câmeras de segurança para o compartilhamento de dados sobre quantidades coletadas e também para o monitoramento. O sinal GPS é utilizado para monitorar as localizações em tempo real dos caminhões, com o objetivo de ajustar as suas rotas para uma melhor alocação dos veículos. Sobre a etapa de descarte, um leitor de cartão de Circuito Integrado (CI) identifica o caminhão de coleta quando ele entra na área para descarte. Já nessa área, uma balança adquire dados sobre as quantidades coletadas por caminhão e também é realizado o monitoramento da emissão de poluentes no processo de descarte. Em relação ao *software*, uma plataforma foi desenvolvida para possibilitar a visualização em tempo real, com análises estatísticas, imagens de vigilância e avisos de gargalo. Tudo isso para fornecer dados para uma melhor gestão de desperdício alimentar para a cidade.

[Aytaç e Korçak \(2018b\)](#) apresentam uma arquitetura de *edge computing* com Internet das Coisas para gerenciar fatores que incrementam o nível de desperdício. O sistema é disposto de vários sensores de temperatura, umidade, peso, câmeras inteligentes e leitores RFID conectados a um *gateway*. Os sensores e atuadores recolhem os seus dados e repassam ao *gateway* que reconhece os valores, processa as informações e verifica se há redundância. Após essa verificação, envia os dados para servidores na nuvem. O *gateway* também é responsável pelo processamento de algoritmos de aprendizagem de máquina para encontrar possíveis anomalias, pontos fora da curva dos dados recebidos e para a estimativa do nível de produção necessária no restaurante.

Um dos controles necessários para a redução de desperdício alimentar é o gerenciamento de estoque eficaz. Ter o registro, controle de validade e controle de quantidade é indispensável no setor alimentício. [Rezwan et al. \(2018\)](#) apresentam um protótipo de equipamento com nove compartimentos equipados com sensores para gerenciar de forma inteligente os mantimentos em cozinhas. O sistema é composto de sensores de peso e dispositivos LED

conectados a uma plataforma Arduino, que transmite os dados para o servidor de banco de dados e esse, por sua vez, apresenta as informações via *website* e aplicativo móvel. Portanto, o usuário consegue administrar e monitorar o inventário dos produtos armazenados.

Já [Balaji et al. \(2020\)](#) propõem um sistema utilizando câmeras e processamento de imagem para a construção de um armário inteligente. A câmera fixada no armário captura imagens dos potes e monitora a quantidade dos itens em tempo real. A imagem dos recipientes é capturada e processada via ferramentas de processamento de imagem. Quando o nível do produto está abaixo do limite estipulado, o item é adicionado a uma lista de compras no aplicativo do usuário, que também recebe a notificação.

Outra abordagem é apresentada no estudo de [Singhal et al. \(2019\)](#), onde os autores apresentam um *hardware* capaz de realizar o gerenciamento inteligente de estoque a partir do monitoramento do quantitativo de cada item, empregando-se sensores de carga em diferentes locais. Cada espaço específico do estoque é monitorado via sensores de peso, onde os dados são enviados para a nuvem e depois para o aplicativo móvel. Quando a quantidade atinge um determinado limiar, notificações são geradas aos usuários através do aplicativo.

[Batista et al. \(2019\)](#) e [Chang et al. \(2021\)](#) apresentam abordagens para transformar e adicionar inteligência no buffet de restaurantes *self-services*. O modelo proposto por [Batista et al. \(2019\)](#) tem como objetivo o monitoramento de quantidade e de temperatura do *buffet* para minimizar o desperdício alimentar, melhorar o controle de informações nutricionais e otimizar o gerenciamento dos alimentos dispostos. O sistema é formado por quatro camadas: camada física, camada controladora, camada de dados e camada de visualização. A camada física contém os dispositivos utilizados na captação dos dados: microcontrolador e sensores, que são anexados em cubas alimentares no *buffet* do restaurante. As camadas controladora e de dados são responsáveis pela execução de algoritmos de controle e pelo gerenciamento de dados recebidos, além da comunicação com a camada de visualização, que tem como objetivo apresentar telas com informações obtidas pelo sistema.

[Chang et al. \(2021\)](#) apresentam uma alternativa para melhorar a saúde alimentar do consumidor através de um sistema de gerenciamento de calorias. Com a utilização de câmeras, o *buffet* inteligente captura imagens das refeições, realiza o reconhecimento e processamento de imagem através de algoritmos de inteligência artificial e armazena as informações no banco de dados na nuvem. A plataforma não apenas recebe os dados mas também estima as calorias consumidas pelo usuário. O modelo proposto implementa também *websites* para visualização dos dados, tanto a nível de informação para o gerenciamento do restaurante, mas também para educação nutricional de cada cliente. Todas essas informações são acessadas através da leitura de códigos em QR-Code dispostos no *buffet*.

Alguns estudos focaram em construir ferramentas para facilitar ajustes e melhorias operacionais, visando o melhor gerenciamento do negócio. Uma das questões operacionais é a gestão da equipe, como organizar de forma eficiente a lista de tarefas para que não ocorra o desperdício de esforço, tempo e eficiência. No estudo de [Aytaç e Korkçak \(2018a\)](#) é proposto um alocador de equipe inteligente

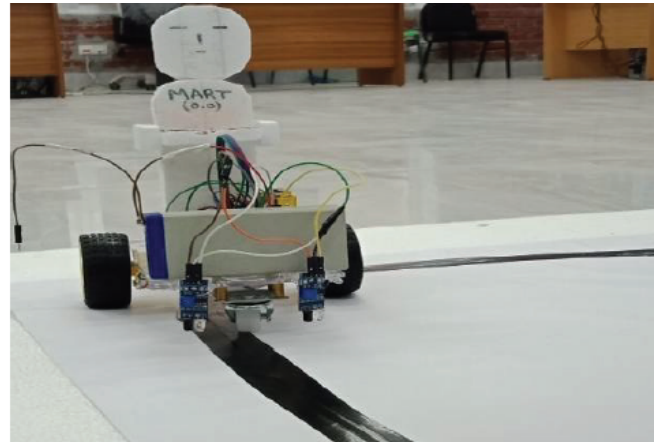


Figura 2: Robô desenvolvido por [Akhund et al. \(2020\)](#)

baseado em IoT para restaurantes de serviços rápidos (*fast-food*). Basicamente o sistema recebe informações sobre tarefas e pedidos que necessitam ser realizados e também a proficiência de cada membro da equipe nessas atividades. Com isso, a partir de algoritmos genéticos, é encontrada a melhor atribuição de tarefas para a equipe em questão de eficiência, buscando-se minimizar o custo e desperdício de esforço. Como adicional, leitores RFID identificam, a partir de braceletes na equipe, quais funcionários estão disponíveis e as suas capacidades técnicas.

Visando a redução de erros operacionais, [Akhund et al. \(2020\)](#) apresentam um protótipo de robô que trabalha como atendente; ou seja, entregando pedidos. O dispositivo segue linhas para encontrar o objetivo, evita obstáculos e identifica a mesa destino. Para o robô encontrar o seu destino, foram anexados etiquetas RFID em todas as mesas e incorporado um leitor RFID no robô, o qual para de se locomover quando recebe o sinal da mesa destinatária. Os componentes utilizados na montagem do protótipo são: motores DC, plataforma Arduino, sensor infra vermelho, *motor driver*, sensor sonar, *buzzer*, leitor RFID, etiquetas RFID e bateria. A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento foi C++. A [Fig. 2](#) ilustra o protótipo de robô desenvolvido no estudo.

Outro estudo similar ao anterior é abordado em ([Siao et al., 2020](#)), onde é apresentado o projeto de um robô para a entrega de pedidos em ambientes de restaurante. O equipamento realiza o mapeamento do ambiente através de sensores anexados aos obstáculos e, após identificar a mesa destino, entrega o item utilizando o braço robótico.

Também relacionado à utilização de equipamentos robóticos para automatização de processos em restaurantes, o artigo de [Phanden et al. \(2022\)](#) apresenta o projeto de uma máquina automatizada de montagem de hambúrgueres equipada com braço robótico. São seis etapas envolvidas no preparo do hambúrguer que, com a utilização do equipamento, reduz a necessidade de intervenção humana. A máquina foi projetada para trabalhar em todo o processo da montagem, desde o manuseio do pão, passando por saladas e molhos, até a finalização com o hambúrguer. Há uma esteira com diversos sensores e motores simulando a linha de produção e, apesar de não implementar tecnologias de Internet das Coisas nesse primeiro protótipo,

sugere-se adotar como trabalhos futuros a sua utilização para incrementar o nível do serviço.

A área de ambiente dos estabelecimentos também merece atenção, especialmente com a finalidade de monitoramento e segurança. Visando uma melhor experiência aos clientes e ajustes automatizados, o estudo de [Yu et al. \(2022\)](#) apresenta um sistema de controle de ambiente baseado em IoT em um restaurante em Penghu, Taiwan. Esse sistema utiliza sensores e reconhecimento de imagem para controle de temperatura, contagem do número de visitantes, controle da quantidade de insumos no refrigerador, controle do uso da máscara e plataforma para visualização e notificações em tempo real. A arquitetura proposta contempla cinco módulos:

- **Módulo de controle de ambiente:** responsável por detectar a temperatura ambiente e a umidade e pela conexão com o ventilador do ambiente.
- **Módulo de identificação do uso de máscaras:** utiliza o modelo de reconhecimento de imagem YOLOv3 para reconhecimento do uso da máscara. Quando os clientes entram no restaurante, o sistema é capaz de identificar se a máscara está sendo utilizada de forma correta.
- **Módulo para controle da quantidade de insumos:** o modelo de reconhecimento YOLOv3 também é utilizado para reconhecer se recipientes deixados no refrigerador estão vazios.
- **Módulo de contagem de visitantes:** utiliza a biblioteca OpenCV para a contagem do número de clientes no restaurante.
- **Plataforma de Monitoramento:** disponibiliza as informações e análises recebidas através de uma plataforma, onde o usuário responsável tem acesso ao monitoramento do ambiente.

Em síntese, o sistema emprega sensores de temperatura e umidade, módulo ESP8266, câmeras para reconhecimento de imagem, monitor e um módulo de computação para processamento das imagens recebidas.

Outra solução relacionada ao ambiente é proposta por [Kholil et al. \(2021\)](#), onde os autores apresentam um sistema de detecção de vazamento de gás. As informações sobre o ambiente são recebidas através de um sensor LPG e processadas e categorizadas pelo microcontrolador. Para a categorização dos dados, utiliza-se o método de fuzzificação. Baseado no nível de gás categorizado, a aplicação alerta e notifica o usuário através do Telegram.

Com isso finalizamos a análise das principais abordagens encontradas e apresentamos a seguir as respostas para as próximas questões, uma visão geral sobre todos os estudos encontrados e considerações finais.

5.3 [Q3] Quais os resultados da aplicação das abordagens propostas?

Devido a diversas dificuldades encontradas para a aplicação das abordagens em ambientes de restaurantes reais, poucos estudos foram implantados e analisados em operações reais. Portanto, descreveremos uma visão geral dos resultados encontrados. Grande parte dos artigos analisados realizaram a simulação da implantação do sistema proposto, como é o caso do estudo de [Kossonon e Wang](#)

(2017) que propôs uma arquitetura para automatizar o processo de realizar pedidos e também o processo de entrega dos pratos. A simulação mostrou que para a etapa de emissão de pedidos, com menos de 160 pedidos simultâneos, o tempo de processamento foi de no máximo 10 segundos. Para mais de 160 pedidos simultâneos, o gargalo foi maior que um minuto. O artigo de [Aytaç e Korçak \(2018a\)](#) também apresenta o teste simulado do seu alocador de equipe inteligente com tarefas pré-definidas conseguindo, segundo o estudo, uma significativa redução de custos. No entanto, ressalta-se que para a obtenção de resultados em ambientes reais, torna-se necessária a implantação do sistema na operação de um restaurante.

O estudo de [Phanden et al. \(2022\)](#) empregou uma simulação da máquina equipada com braço robótico para montagem de hambúrgueres. Os resultados mostraram que todos os 479 hambúrgueres foram montados sem qualquer tipo de problema e que tiveram um tempo médio de operação de 0,72 minutos sem o braço robótico e de 0,78 minutos com o braço robótico.

Alguns outros artigos apresentam apenas os testes realizados sem muitas informações sobre os resultados obtidos como, por exemplo, os estudos de [Sivabalaselvamani e Soorya \(2020\)](#) e [Chang et al. \(2019\)](#), onde indicam a utilização do sistema mas não detalham os resultados de testes. O artigo de [Chang et al. \(2021\)](#) apresentou uma proposta de buffet inteligente, capaz de gerar dados sobre as calorias de cada cliente através de reconhecimento de imagem e, para os testes realizados, o sistema foi capaz de reconhecer os pratos em menos de um segundo, com 30 pratos distintos. Já o estudo de [Bhatia e Manocha \(2022\)](#) projetou um framework que utiliza diversos sensores, dispositivos IoT e teoria dos jogos para a avaliação da qualidade alimentar em restaurantes. Para esse estudo foram realizadas simulações em quatro grandes conjuntos de dados, indicando um resultado de aproximadamente 93,3% de confiabilidade do sistema e dos algoritmos empregados. Alguns protótipos de equipamentos também foram desenvolvidos para a análise dos projetos, como o caso dos estudos de [Rezwan et al. \(2018\)](#) e [Akhund et al. \(2020\)](#) que apresentaram, respectivamente, o protótipo de equipamento para gerenciamento inteligente de inventário e o protótipo de um robô garçom utilizando sensores de baixo custo.

Apesar das dificuldades de implantação, destaca-se alguns estudos que conseguiram realizar testes em ambientes reais. O artigo de [Aytaç e Korçak \(2018b\)](#) apresenta uma arquitetura IoT disposta de vários sensores para ajudar a reduzir o desperdício e obteve bons resultados em uma grande rede de *fast food* que produz hambúrgueres na Turquia, com mais de 500 restaurantes espalhados pelo país. Já o sistema proposto no artigo de [Saraubon et al. \(2018\)](#) foi implementado em um restaurante universitário e testado com 55 pessoas, buscando melhorar as operações do estabelecimento. Outra proposta de sistema que foi testado e obteve bons resultados em restaurante universitário foi o de [Batista et al. \(2019\)](#), o qual transforma as cubas alimentares em equipamentos inteligentes. Os autores destacam que houve uma melhora significativa no controle alimentar do restaurante, inclusive destacando outros problemas já existentes. O robô para entrega de pedidos apresentado por [Siao et al. \(2020\)](#) também foi testado em um restaurante universitário e, apesar de não conter dados sobre os

resultados, os autores consideram como positiva a experiência. Yu et al. (2022) apresentam o sistema de controle de ambiente aplicado em um restaurante com ambientes abertos em Penghu, Taiwan. Uma das principais funcionalidades da aplicação foi a utilização de algoritmos de processamento de imagem para o reconhecimento do uso de máscaras. Para o armazenamento de alimentos, o estudo de Popa et al. (2019) emprega fatias de cebola como testes do seu dispositivo equipado com sensores para o controle da qualidade alimentar. O estudo mostra que os alimentos podem ser armazenados por um período maior e que as informações obtidas pelos sensores podem ser úteis no controle de desperdício alimentar. Para finalizar, o artigo de Wen et al. (2018) se destaca pelos resultados obtidos, apresentando um sistema que utiliza tecnologias IoT para o controle e gerenciamento de desperdício alimentar de restaurantes na cidade de Suzhou, na China. Essa arquitetura que envolve as etapas de geração, coleta, transporte e descarte final obteve uma melhora expressiva na gestão de desperdícios na cidade ao longo de três anos, além do desenvolvimento significativo de todas as áreas envolvidas.

Os trabalhos analisados indicam que há uma grande necessidade de automatizar processos manuais e implementar tecnologias que auxiliem no desenvolvimento da área de hospitalidade, buscando reduzir desperdícios de tempo, alimento, custos, energia, entre outros gargalos. Apesar disso, algumas dificuldades contribuem na complexidade das implementações e testes em ambientes reais; ou seja, em restaurantes e bares em operação. Outros artigos não citados nesta questão de pesquisa não detalham dados de simulação ou de implementação, mas todos os estudos são inteiramente relevantes para o desenvolvimento tecnológico na área.

5.4 [Q4] Quais as dificuldades na implementação de tecnologias IoT em restaurantes?

Nesta questão de pesquisa, analisamos as principais dificuldades para o emprego das abordagens estudadas, além de pontos negativos e questões que ainda necessitam de atenção. Alguns desses impasses foram levantados pelos autores dos estudos, principalmente nos relatos de trabalhos futuros. Talvez o maior dificultador do uso de tecnologias e dispositivos IoT em restaurantes seja o custo de implementação: a aquisição e manutenção de equipamentos necessários, além do custo de operacionalizar essas soluções; ou seja, colocá-las em prática no dia-a-dia do restaurante. Além disso, para que uma solução seja considerada efetivamente funcional, ela precisa ser testada em ambientes mais próximos do real, para que não haja erros prejudiciais ao negócio. A manutenção de equipamentos também é um ponto crucial para a sua efetiva aplicação, visto que o restaurante depende da acurácia dos dados obtidos.

Outra questão relevante concerne a segurança e a privacidade dos dados obtidos, especialmente quando se trata de informações pessoais de clientes ou funcionários. “Quão seguros são esses dados coletados por sensores e atuadores? Quais os critérios de ética e privacidade dessas informações, visto que muitas vezes o usuário não tem ciência

do compartilhamento desses dados?” Como já mencionado anteriormente, a privacidade é o direito de uma pessoa, ou entidade, de decidir que tipo de informação deve ser conhecida por outras pessoas e em que medida. Então, a maneira que esses dados são coletados, armazenados e processados interfere na sustentação ou não dessas abordagens quando inseridas em ambientes reais, visto que os dados são coletados, em tese, para melhorar operações, reduzir custos, e não para prejudicar as pessoas envolvidas.

A resistência por parte dos donos dos negócios também pode se tornar uma dificuldade para a implementação de soluções nos restaurantes. Em parte, por não se acreditar que soluções baseadas em IoT consigam resolver ou amenizar situações problemáticas. No entanto, aponta-se que existem ainda diversas operações manuais que podem ser automatizadas na área de hospitalidade. Realizar trabalhos de conscientização de problemas envolvidos na área também podem se tornar uma solução inteligente. Mudanças na forma em que o restaurante trabalha para o encaixe de ferramentas e soluções também pode se tornar um obstáculo, visto que, por vezes, todo o modelo de operação do restaurante acaba sendo alterado para a utilização da ferramenta proposta. Para finalizar, detalhes como segurança alimentar e higiene também devem ser considerados, especialmente em aplicações e ferramentas aplicadas em cozinhas. Ou seja, as soluções empregadas não devem afetar o nível de segurança alimentar pois, como também já mencionado anteriormente, é um fator crucial para a área de restaurantes.

Essas foram as principais dificuldades citadas por autores na aplicação de abordagens e ferramentas que utilizem tecnologia IoT na área de hospitalidade, em especial estabelecimentos como restaurantes e bares. Dessa forma, finalizamos a seção de resultados obtidos para as questões de pesquisa definidas. Na próxima seção apresentamos as considerações finais contemplando também sugestões de trabalhos futuros.

6 Considerações Finais

Neste trabalho realizamos o levantamento de soluções que utilizam Internet das Coisas na área de hospitalidade, em especial restaurantes e bares. A revisão sistemática foi desenvolvida a partir de três bases de estudo conforme suas relevâncias no meio acadêmico (i.e., IEEE Xplore, Science Direct e ACM Digital Library).

Elaborou-se quatro questões de pesquisa, enfatizando os principais problemas na área de restaurantes, as abordagens propostas pelos estudos, assim como os seus resultados e dificuldades para implantação. Também fez parte da metodologia de pesquisa, a definição dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos, assim como a construção da *string* de busca para aplicação nas bases de estudos e a classificação por relevância para a nossa pesquisa.

Concluímos que a hospitalidade é um setor carente em soluções de automação de processos manuais, melhorias operacionais, redução de custos e controle de desperdícios. No entanto, os estudos analisados tornam evidentes o potencial da IoT na solução da maioria dos problemas relacionados à área de hospitalidade, destacando-se a necessidade de pesquisas futuras.

O fator de segurança, privacidade e ética dos dados é

um fator crucial para o desenvolvimento de soluções que empreguem IoT em hospitalidade. Uma das sugestões de trabalhos futuros é justamente o levantamento de mecanismos que auxiliem no gerenciamento desses dados, tendo-se o cliente como foco principal. Outra sugestão é o levantamento de resultados mais concretos sobre a utilização de IoT nessa área; ou seja, qual o impacto no negócio ao longo dos anos.

Deixamos como sugestão, a análise da aplicação da IoT em outros estabelecimentos da hospitalidade como, por exemplo, hotéis e parques. Adicionalmente, destaca-se que o desperdício alimentar ainda é uma questão global e que, muitas vezes, é negligenciado. A automatização dos serviços também pode oferecer soluções de conscientização de donos de restaurantes, gerentes, clientes e funcionários sobre como o desperdício alimentar prejudica a sociedade de forma geral. Ou seja, o mesmo mundo onde milhões de pessoas passam fome é também responsável pelo desperdício de milhões de toneladas de alimentos anualmente. A conscientização é o início da cadeia de processos para o desenvolvimento sustentável, necessitando-se que seja parte integral em qualquer solução tecnológica empregada nas diversas áreas relacionadas à hospitalidade.

Referências

- Abrasel (2015). *Conta de luz é sócia onerosa dos restaurantes*, Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, Belo Horizonte, Brasil. Available at <https://sulms.abrasel.com.br/noticias/noticias/conta-de-luz-e-socia-one-rosa-dos-restaurantes/>.
- Abrasel (2022). *Perfil da ABRASEL*, Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, Belo Horizonte, Brasil. Available at <https://abrasel.com.br/abrasel/perfil-da-abrasel/>.
- Akhund, T. M. N. U., Siddik, M. A. B., Hossain, M. R., Rahman, M. M., Newaz, N. T. e Saifuzzaman, M. (2020). Iot waiter bot: A low cost iot based multi functioned robot for restaurants, *2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, pp. 1174–1178. <https://doi.org/10.1109/ICRITO48877.2020.9197920>.
- Aytaç, K. e Korçak, O. (2018a). Iot based smart staff allocator in quick service restaurants, *2018 23rd Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*, pp. 1–7. <https://doi.org/10.23919/FRUCT.2018.8588019>.
- Aytaç, K. e Korçak, O. (2018b). Iot edge computing in quick service restaurants, *2018 16th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks (WiOpt)*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.23919/WIOPT.2018.8362884>.
- Balaji, A., Sathyasri, B., Vanaja, S., Manasa, M., Malavega, M. e Maheswari, S. (2020). Smart kitchen wardrobe system based on iot, *2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, pp. 865–871. <https://doi.org/10.1109/ICOSEC49089.2020.9215459>.
- Batista, I. D. S., Sardina, I. M. e Dantas, R. R. (2019). Monitoring restaurants in real-time, *2019 II Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT*, pp. 202–206. <https://doi.org/10.1109/METROI4.2019.8792882>.
- Bhatia, M. e Ahanger, T. A. (2021). Intelligent decision-making in smart food industry: Quality perspective, *Pervasive and Mobile Computing* **72**: 101304. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2020.101304>.
- Bhatia, M. e Manocha, A. (2022). Cognitive framework of food quality assessment in iot-inspired smart restaurants, *IEEE Internet of Things Journal* **9**(9): 6350–6358. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3001447>.
- Bluetooth® (2022). Bluetooth® wireless technology, *Technical report*, Bluetooth®. Available at <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>.
- Chang, W.-J., Chen, L.-B., Lin, I.-C. e Ou, Y.-K. (2021). ibuffet: An aiot-based intelligent calorie management system for eating buffet meals with calorie intake control, *IEEE Transactions on Consumer Electronics* **67**(4): 226–234. <https://doi.org/10.1109/TCE.2021.3131687>.
- Chang, W.-J., Schmelzer, M., Kopp, F., Hsu, C.-H., Su, J.-P., Chen, L.-B. e Chen, M.-C. (2019). A deep learning facial expression recognition based scoring system for restaurants, *2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC)*, pp. 251–254. <https://doi.org/10.1109/ICAIIIC.2019.8668998>.
- Farooq, M., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A. e Kamal, T. (2015). A review on internet of things (iot), *International Journal of Computer Applications* **113**: 1–7. <https://doi.org/10.5120/19787-1571>.
- Gigli, M. e Koo, S. (2011). Internet of things: Services and applications categorization abstract, *Adv. Internet of Things* **1**: 27–31. <http://dx.doi.org/10.4236/ait.2011.12004>.
- Ifood (2022). *Food Safety*. Disponível em <https://blog-parceiros.ifood.com.br/food-safety/>.
- Jia, X., Feng, Q., Fan, T. e Lei, Q. (2012). Rfid technology and its applications in internet of things (iot), *2012 2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet)*, pp. 1282–1285. <https://doi.org/10.1109/CECNet.2012.6201508>.
- João, B., Souza, C. e Serralvo, F. (2019). Revisão sistemática de cidades inteligentes e internet das coisas como tópico de pesquisa, *Cadernos EBAPE.BR* **17**: 1115–1130. <https://doi.org/10.1590/1679-395174442>.
- Kholil, M., Ismanto, I. e Akhsani, R. (2021). Development of lpg leak detection system using instant messaging infrastructure based on internet of things, *2021 International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT)*, pp. 147–150. <https://doi.org/10.1109/IEIT53149.2021.9587414>.
- Kossonon, B. E. e Wang, H. Y. (2017). Iot based smart restaurant system using rfid, *4th International Conference on Smart and Sustainable City (ICSSC 2017)*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1049/cp.2017.0123>.

- Kumar, T. B. e Prashar, D. (2022). Analysis of different techniques used to reduce the food waste inside the refrigerator, 2022 *IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICDCECE53908.2022.9792896>.
- Mehta, R., Sahni, J. e Khanna, K. (2018). Internet of things: Vision, applications and challenges, *Procedia Computer Science* **132**: 1263–1269. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.042>.
- Mercan, S., Akkaya, K., Cain, L. e Thomas, J. (2020). Security, privacy and ethical concerns of iot implementations in hospitality domain, 2020 *International Conferences on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData) and IEEE Congress on Cybermatics (Cybermatics)*, pp. 198–203. <https://doi.org/10.1109/iThings-S-GreenCom-CPSCom-SmartData-Cybermatics50389.2020.00048>.
- Nack, F. (2010). An overview on wireless sensor networks, *Institute of Computer Science (ICS), Freie Universität Berlin* **6**. Disponível em https://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-tech/teaching/2008-09_WS/S_19565_Proseminar_Technische_Informatik/nack09vreview.pdf.
- Nadkarni, S., Kriechbaumer, F., Rothenberger, M. e Christodoulidou, N. (2019). The path to the hotel of things: Internet of things and big data converging in hospitality, *Journal of Hospitality and Tourism Technology ahead-of-print*. <https://doi.org/10.1108/JHTT-12-2018-0120>.
- Oracle (2022). What is iot?, *Technical report*, Oracle. Available at <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/#why-is-iot-important>.
- Phanden, R. K., Chaudhary, T., Srivastava, P., Sharma, S. K., Gahlot, P. e Goyal, K. K. (2022). Design of a robotic arm equipped fully automated burger assembly machine, 2022 *Second International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT)*, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICAECT54875.2022.9807651>.
- Popa, A., Hnatiuc, M., Paun, M., Geman, O., Hemanth, D. J., Dorcea, D., Son, L. H. e Ghita, S. (2019). An intelligent iot-based food quality monitoring approach using low-cost sensors, *Symmetry* **11**(3). <https://doi.org/10.3390/sym11030374>.
URL: <https://www.mdpi.com/2073-8994/11/3/374>
- Rezwan, S., Ahmed, W., Mahia, M. A. e Islam, M. R. (2018). Iot based smart inventory management system for kitchen using weight sensors, ldr, led, arduino mega and nodemcu (esp8266) wi-fi module with website and app, 2018 *Fourth International Conference on Advances in Computing, Communication & Automation (ICACCA)*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICACCA.2018.8776761>.
- Ribeiro, J. (2020). Food waste indicators in commercial restaurants [brazil], *Revista Rosa dos Ventos - Turismo e Hospitalidade* **12**: 350–365. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=473563492006>.
- Saeed, H., Shouman, A., Elfar, M., Shabka, M., Majumdar, S. e Horng-Lung, C. (2016). Near-field communication sensors and cloud-based smart restaurant management system, 2016 *IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, pp. 686–691. <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2016.7845440>.
- Saraubon, K., Kongsanit, N. e Santawesuk, N. (2018). Iot & mobile-based system for business: Quick service restaurant, *Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Software and E-Business, ICSEB '18*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, p. 54–58. <https://doi.org/10.1145/3301761.3301768>.
URL: <https://doi.org/10.1145/3301761.3301768>
- Siao, C.-Y., Lin, J.-W. e Chang, R.-G. (2020). The design and implementation of a delivery system, 2020 *IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE)*, pp. 160–163. <https://doi.org/10.1109/ECICE50847.2020.9301993>.
- Singhal, M., Hegde, S. V. e Mohan, R. (2019). Smart industrial supply chain management and prediction system, 2019 *Women Institute of Technology Conference on Electrical and Computer Engineering (WITCON ECE)*, pp. 91–94. <https://doi.org/10.1109/WITCON ECE48374.2019.9092920>.
- Sivabalaselvamani, D. e Soorya, B. (2020). Convolution neural network based specialized restaurant rating using facial expression detection, 2020 *International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*, pp. 739–744. <https://doi.org/10.1109/ICICT48043.2020.9112518>.
- Somayya Madakam, R. Ramaswamy, S. T. (2015). Internet of things (iot): A literature review, *Journal of Computer and Communications* **3**. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=56616>.
- UNEP (2022). *Dia Internacional de Conscientização sobre Perda e Desperdício de Alimentos 2022*, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Nairóbi, Quênia. Available at <https://www.unep.org/pt-br/>.
- Wen, Z., Hu, S., De Clercq, D., Beck, M. B., Zhang, H., Zhang, H., Fei, F. e Liu, J. (2018). Design, implementation, and evaluation of an internet of things (iot) network system for restaurant food waste management, *Waste Management* **73**: 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.054>.
- WHO (2023). *Estimating the burden of foodborne diseases*. Available at <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>.
- Wu, M., Lu, T.-J., Ling, F.-Y., Sun, J. e Du, H.-Y. (2010). Research on the architecture of internet of things, 2010 *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, Vol. 5, pp. V5–484–V5–487. <https://doi.org/10.1109/ICACTE.2010.5579493>.
- Xu, J., Gu, B. e Tian, G. (2022). Review of agricultural iot technology, *Artificial Intelligence in Agriculture* **6**: 10–22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589721722000010>.

Yu, C., Huang, X.-R. e Chen, L.-B. (2022). An aiot-based environment control system for outdoor barbecue restaurant in penghu, taiwan, 2022 *IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan*, pp. 377–378. <https://10.1109/ICCE-Taiwan55306.2022.9869012>.

Zuolkernan, I. A., Pasquier, M., Shahriar, S., Towheed, M. e Sujith, S. (2020). Using ble beacons and machine learning for personalized customer experience in smart cafés, 2020 *International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICEIC49074.2020.9051187>.